

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias
Alimentarias



Una Institución Adventista

Identificación de descriptores sensoriales de panes autóctonos del altiplano del Perú características físicas, colorimétricas y aceptabilidad

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

Autor:

Thalia Alexandra Rivera Ashqui
Nayeli Melendrez Garcia

Asesor:

PhD. Reynaldo Justino Silva Paz

Lima, abril de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Reynaldo Justino Silva Paz, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“IDENTIFICACIÓN DE DESCRIPTORES SENSORIALES DE PANES AUTÓCTONOS DEL ALTIPLANO DEL PERÚ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, COLORIMÉTRICAS Y ACEPTABILIDAD”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Thalia Alexandra Rivera Ashqui y Nayeli Melendrez Garcia para obtener el título de Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 12 días del mes de abril del año 2022



PhD. Reynaldo Justino Silva Paz

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 8 días del mes de abril del año 2022 siendo las 10:15 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del (de la) Presidente (a) del jurado: **Dra. Amparo Eccoña Sota**, el (la) secretario(a): **MSc. Daniel Sumire Quenta** y los demás miembros Vocal: **MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez** y el (la) asesor (a): **Dr. Reynaldo Justino Silva Paz**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "**Identificación de descriptores sensoriales de panes autóctonos del altiplano del Perú: Características físicas, colorimétricas y aceptabilidad**" del(los)/la(las)bachiller/es a) **Thalia Alexandra Rivera Ashqui** b) **Nayeli Melendrez Garcia**, conducente a la obtención del título profesional de: **INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **Thalia Alexandra Rivera Ashqui**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
SOBRESALIENTE	19	A	EXCELENTE	EXCELENCIA

Candidato (b): **Nayeli Melendrez Garcia**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
SOBRESALIENTE	19	A	EXCELENTE	EXCELENCIA

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Dra. Amparo Eccoña Sota
Presidente (a)

MSc. Daniel Sumire Quenta
Secretario(a)

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz
Asesor(a)

MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez
Miembro - Vocal

Miembro

Thalia Alexandra Rivera Ashqui
Candidato/a

Nayeli Melendrez Garcia
Candidato/a (b)

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros hermanos (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Laura y Fausto; y, Herminia y Humberto, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Peruana Unión, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al PhD. Reynaldo Silva Paz asesor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia y dedicación.

Gracias totales!!!

Identificación de descriptores sensoriales de panes autóctonos del altiplano del Perú

Características físicas, colorimétricas y aceptabilidad.

Identification of sensory descriptors of autochthonous panels from the highlands of Peru

Physical, colorimetric characteristics and acceptability

Thalia A. Rivera Ashqui^{1*}; Nayeli Melendrez Garcia¹; Reynaldo J.Silva Paz¹

¹ Escuela Profesional Ingeniería de Industrias Alimentarias - Facultad de Ingeniería y Arquitectura - Universidad Peruana Unión. Lima – Perú

Resumen

Los panes autóctonos fueron los primeros alimentos procesados en la historia de la humanidad y en el espacio andino prehispánico, donde se desarrollaron manteniendo los ingredientes y costumbres de cada lugar. El objetivo de la investigación fue identificar las características físicas y sensoriales de los panes autóctonos de siete localidades procedentes del Altiplano de Perú. Para la determinación de los parámetros físicos se cuantificó el peso, color, espesor, diámetro, área, perímetro y volumen. Los atributos sensoriales se identificaron mediante el método preguntas CATA y dominancia temporal de sensaciones (TDS), participaron 63 y 66 consumidores, respectivamente. En los datos físicos se aplicó un diseño completamente aleatorio y ANOVA, los datos sensoriales de CATA se utilizó el test de Q de Cochran y análisis de correspondencia, y en el TDS se realizó los gráficos de curvas de dominancia. Respecto, a los parámetros físicos, de los siete panes cinco mostraron forma circular, y los dos restantes rombo y rectangular independientemente. En cuanto al peso y color todos los panes mostraron diferencia significativa. El análisis sensorial descriptivo estático (CATA) identificó cuatro grupos con características que difieren entre ellas, los panes de Lampafueron descritos sabor a ceniza e insípido, desmenuzable, de olor ligero y de color claro; Azángaro como picante, amargo, duro, miga húmeda, olor a queso y de miga color blanco; Yunguyo, Juli y Pomata como salado, moho, flexibles, gomosos, olor a levadura y masa madre, apariencia aireada, forma regular y de corteza dorada. Finalmente, Pucara y Chucuito como

equilibrado, dulce, gomoso, esponjoso, olor a fermentado e intensidad media, color crema, forma plana y regular. En el TDS todos los panes mostraron como atributo dominante la dureza, sin embargo, durante la etapa final se caracterizaron por presentar diferentes atributos dominantes

Palabras clave: Panes autóctonos, atributos, color, CATA, TDS.

Abstract

The native panels have been made since the time of Tahuantinsuyo, where each locality develops its panels maintaining the customs and ingredients of the place. The objective of the research was to identify the physical and sensory characteristics of the autochthonous panels of seven localities from the Altiplano of Peru. To determine the physical parameters, weight, color, thickness, diameter, area, perimeter and volume were quantified. The sensory attributes were identified using the CATA question method and temporal dominance of sensations (TDS), with the participation of 63 and 66 consumers, respectively. A completely randomized design and ANOVA were applied to physical data, Cochran's Q test and correspondence analysis were obtained for CATA sensory data, and dominance curve graphs were performed for TDS. Regarding the physical parameters, of the seven panels, five showed a circular shape, and the remaining two were rhombus and rectangular independently. In terms of weight and color, all panels showed a significant difference. The static descriptive sensory analysis (CATA) identified four with groups of characteristics that differ between them, the Lampa panels were described as ash-like and insipid, crumbly, with a slight odor and light color; Azángaro as spicy, bitter, hard, wet crumb, smell of cheese and white crumb; Yunguyo, Juli and Pomata as salty, moldy, flexible, rubbery, smell of yeast and sourdough, airy appearance, regular shape and golden crust. Finally, Pucara and Chucuito as balanced, sweet, rubbery, spongy, fermented smell and medium intensity, cream color, flat and regular shape. In the TDS, all the panels showed hardness as the dominant attribute, however, during the final stage they were characterized by presenting different attributes.

Keywords: Native breads, attributes, color, CATA, TDS.

1. Introducción

Una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial, es el pan, producto de consumo básico de la población de diferentes culturas y estatus sociales (Miranda et al., 2018). En cuanto a la demanda de este producto, Alemania es el país con mayor consumo (120 Kg per cápita), en América latina, Chile, Uruguay, Brasil, Perú y Colombia, lideran el consumo 96, 70, 55, 35 y 23 Kg per cápita, respectivamente (El comercio, 2020; Vega Castro et al., 2015). Aunque en el Perú, debido a la pandemia, el consumo de productos panificados se incrementó 30 % comparado al año 2019 (Perú21, 2020).

Es escasa la información respecto a panes artesanales y tradicionales. Ordoñez & Osorio (2012), caracterizaron las propiedades de textura de distintos panes autóctonos de agua encontrando diferencias en la firmeza, de igual forma las propiedades de perfil de textura, la migapresentó el mismo comportamiento a excepción de la cohesividad. Vega Castro et al., (2015), estudiaron las propiedades físicas y sensoriales de los panes con una mezcla de enzimas lacasa- xinalasa-lipasa, reportando incremento del volumen en el pan, la miga obtiene una distribución alveolar homogénea con una textura esponjosa y a nivel sensorial las muestras no presentan diferencias significativas con panes sin enzimas. Además, Cobo, Quiroz & Santacruz, (2013) indicaron que el pan preparado con 10% de harina de zanahoria blanca y 90% de harina de trigo obtuvo propiedades físicas similares (volumen, peso, altura y volumen específico) al pan con 100% de harina de trigo, en el análisis sensorial, los consumidores aceptaron los productos calificando como “me gusta”. Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva. El color es el primer atributo que se juzga de los productos, sirve como herramienta de control de calidad (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

Por otro lado, los métodos sensoriales desempeñan un papel fundamental sobre la caracterización de los alimentos, debido a que resulta de enorme interés establecer como el procesamiento y la formulación de un producto está afectando la aceptabilidad de un alimento (Berget et al., 2020). Sin embargo, los métodos clásicos conllevan tiempo y gastos elevados. Una alternativa a estos

inconvenientes es el uso de métodos descriptivos rápidos, entre ellos, podemos mencionar las preguntas CATA o marque todo lo que corresponda (Check-All-That-Apply) que proporciona información sobre la percepción del producto por parte de los consumidores relacionándolos con su aceptación (Dooley et al., 2010). Limbad et al. (2020), utilizaron el método CATA para determinar las características sensoriales de panes con masa madre encontrando 34 atributos con diferencias significativas, lo que demuestra la versatilidad del método aplicado en consumidores. Además, el uso de análisis descriptivos dinámicos, se han incrementado en una gran variedad de productos como yogurt (Bruzzone, et al., 2013), queso (Rodrigues et al., 2018), barras de chocolates (Rodrigues et al., 2016), galletas de chocolate (Pérez-Vargas et al., 2021), café endulzado (Dinnella et al., 2013) y en salami, jugo de naranja, mejillones marinados y pan francés (Ares et al., 2015). La dominancia temporal de sensaciones – TDS (Temporal Dominance of Sensations) resulta útil para estudiar la dimensión temporal de la percepción de la textura en la boca. Los consumidores evalúan qué sensación es dominante seleccionando este atributo en un determinado tiempo hasta la percepción de un nuevo atributo permitiendo desglosar cada atributo como dominante durante el proceso de evaluación y vincular los resultados con la aceptación (Labbe et al., 2009; Albert et al., 2012).

Los primeros registros del pan datan de más de 6 000 años A.C., el cual consistía en una masa de harina de un cereal y agua (pan sin levadura), actualmente se utilizan otros ingredientes como levadura, sal y aditivos para la obtención de este producto (Tejero, 1995; Miranda, 2018). En el Perú, en la época prehispánica se elaboraban panes de maíz de consumo habitual. Las mujeres del imperio incaico aprendieron el oficio panadero occidental empleando hornos de piedra o ladrillo, desarrollando panes artesanales con características de cada región del territorio peruano, resaltan las costumbres y tradiciones de estos pueblos (Radio Juliaca, 2021). Hasta la fecha, ningún estudio se centró en las características físicas y sensoriales de los panes autóctonos procedentes del altiplano, los cuales representan un impacto potencial en el comportamiento de compra de los consumidores. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo proporcionar

información sobre la percepción de las características sensoriales y físicas de panes autóctonos del altiplano de Perú, utilizando métodos descriptivos: estáticos (CATA) y dinámicos (TDS).

2. METODOLOGIA

2.1. Muestra

Se adquirieron las muestras de distintas localidades del Departamento de Puno: Chucuito, Lampa, Azángaro, Juli, Yunguyo, Pucara y Pomata para ello se realizó una selección, clasificación y estandarización de los panes luego de 24 horas del proceso de horneado. Los panes fueron elaborados de forma artesanal por los maestros panaderos de cada localidad. Los ensayos se realizaron en el mes de octubre.

2.2. Consumidores

En las pruebas sensoriales se trabajaron con 63 y 66 consumidores procedentes de la región Puno para las pruebas CATA y TDS, respectivamente. Los cuales consumen los panes autóctonos tradicionales de forma habitual. Los participantes presentan un rango de edad de 18-50 años de ambos géneros. Para que los consumidores puedan participar de forma voluntaria en la evaluación sensorial se les brindó el consentimiento informado. Los ensayos se realizaron en el Centro de Investigación de Ciencias de Alimentos de la Universidad Peruana Unión-Sede Juliaca.

2.3. Análisis Físicos

La evaluación de las características del pan se hizo mediante la determinación del diámetro(m), espesor (m), volumen(m³), área (m²) empleando el pie de rey digital (Marca Vernier,) el peso(kg) se cuantificó utilizando una balanza analítica (Marca Pioneer, S/N: 8033471110, China). Se realizaron tres repeticiones para cada localidad. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de un ANOVA expresando promedios \pm desviación estándar (Dendy & Dobraszczyk, 2001)

2.4. Medidas de Color

Las características de color de la corteza y la miga se determinaron usando un colorímetro (Marca FRAU®, China) con un ángulo de 10° y un iluminador D65. El color de la corteza se determinó sobre la superficie superior de los panes enteros en tres puntos, luego se dividieron los panes para

cuantificar el color de la miga (Vilcanqui et al. 2021). Las mediciones se realizaron con el sistema CIELAB determinando la luminosidad (L^*), el índice rojo (a^*) y el índice amarillo (b^*). Las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como promedios \pm desviación estándar.

2.5. Caracterización sensorial

2.5.1. Análisis Descriptivo Estático: CATA

A los consumidores se les entregó una ficha de evaluación con una lista de atributos sensoriales, indicándoles que seleccionen los términos que consideren adecuados para describir la muestra. Se utilizaron 84 términos sensoriales, dividido en cuatro categorías referentes a: 27 apariencia, 16 olor, 24 textura y 17 sabor. Los términos fueron obtenidos y seleccionados a partir de diferentes estudios de investigación (Nguyen et al., 2017; Limbad et al., 2020; De Aguilar et al., 2020; Santos et al., 2021; Moss & McSweeney 2022) La duración total de la sesión fue de 10 minutos por cada consumidor. Los participantes recibieron de forma monódica las muestras de panes codificados con tres números aleatorios y agua potable a temperatura ambiente para limpiar el paladar entre muestra y muestra.

2.5.2. Análisis Descripto Sensorial Dinámico TDS

Para el método TDS se utilizó el programa SensoMaker que permite la adquisición de datos en una computadora. En la prueba de TDS se les presento a los consumidores ocho atributos sensoriales a seleccionar en el monitor de la computadora. Los descriptores sensoriales fueron seleccionados en base a la investigación de Ares et al. (2015), siendo los atributos de crujiente, sabroso, dulce, salado, duro, suave, amargo y desmenuzable. El orden de presentación de las muestras para cada evaluador fue aleatorio y de forma monódica. Todas las muestras fueron cortadas en cuadrados de 0.2 x 0.2 m. El tiempo de evaluación fue de 30 s para cada muestra. Después de haber terminado la muestra, se les indicaba que ingieran agua potable para desaparecer los sabores previos y continuar con la siguiente muestra (Ares et al., 2015; Brighenti et al., 2008).

2.6. Diseño Estadístico

Con la finalidad de conocer las características físicas y sensoriales de los panes, se aplicó un diseño completamente aleatorio con tres repeticiones teniendo como factor las variedades de panes y siete niveles correspondientes a las localidades de cada pan autóctono: Chucuito, Lampa, Azángaro, Juli, Yunguyo, Pucara y Pomata.

2.7. Análisis Estadístico

Para identificar el efecto de los tipos de panes sobre las características físicas se utilizó el ANOVA unidireccional, al encontrar diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey. Los datos del análisis sensorial aplicando el método de preguntas CATA se aplicó un Test de Q de Cochran y análisis de correspondencia (CA) a los atributos sensoriales para generar el mapa sensorial. En el TDS, se realizó las curvas de dominancia y el análisis canónico de varianza (CVA) para evaluar las diferencias en los atributos de los diferentes panes. Todos los análisis estadísticos se realizaron con XLSTAT 2019 versión prueba (Addinsoft, Nueva York, EE. UU.).




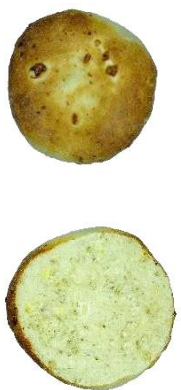

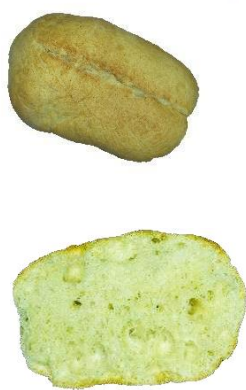
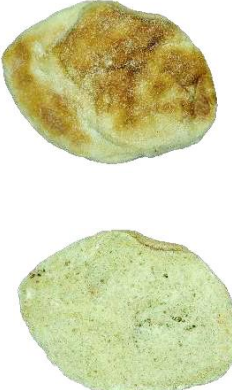
3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Parámetros Físicos

En base a las características físicas de los panes tradicionales, se observó que, de los siete panes, cinco variedades mostraron una figura circular (Lampa, Azángaro, Yunguyo, Pucara y Pomata), la variedad de Juli de forma rectangular y de rombo la variedad de Chucuito. El diámetro mínimo fue 0.0960 m y el máximo 0.1460 m, para el pan de Azángaro y Pucara, respectivamente. El espesor mínimo para la variedad de Juli (0.0031 m) y el máximo Pucara (0.0109 m). Respecto al área presentó un mínimo de 0.0004 m² (Chucuito) y máximo de 0.0354 m² (Pucara). Estas variaciones se generaron por el proceso de elaboración tradicional y los diferentes ingredientes utilizados por los maestros panaderos de cada zona. Los diferentes porcentajes de la proteína que poseen los panes, juegan un papel importante en las propiedades físicas, el gluten del trigo, compuesto por gliadinas y gluteninas que representan en torno al 75-80% de proteína total Sciarini, et al. (2016). El gluten en la harina de trigo es responsable de la naturaleza viscosa y elástica necesaria para el procesamiento de la masa. Además, proporciona la matriz proteica tridimensional que evita la difusión de gas, permite la formación y estabilización de la miga en

el pan horneado (Sciarini et al. 2016). Por otro lado, el proceso de fermentación producido por las levaduras durante su elaboración, induce a la variación del tamaño y volumen del pan (Dendy & Dobraszczyk, 2001). En la tabla 1 se observa los parámetros físicos y los perfiles externos e internos de los panes autóctonos.

Tabla 1. Características físicas de los panes autóctonos

AZANGARO	LAMPA	POMATA	PUCARA	YUNGUYO	JULI	CHUCUITO
						
<p>Diámetro: 0.0960±0.0205 Espesor: 0.0075±0.0020 Perímetro: 0.3015±0.0644 Volumen: 0.0005±0.0002 Área: 0.0075±0.0022</p>	<p>Diámetro: 0.1251±0.0053 Espesor: 0.0108±0.0031 Perímetro: 0.3930±0.0167 Volumen: 0.0010±0.0001 Área: 0.0123±0.0010</p>	<p>Diámetro: 0.1305±0.0043 Espesor: 0.0089±0.0015 Perímetro: 0.4098±0.01372 Volumen: 0.0005±0.0001 Área: 0.0133±0.0008</p>	<p>Diámetro: 0.1460±0.0055 Espesor: 0.0109±0.0097 Perímetro: 0.4585±0.0048 Volumen: 0.0005±0.0001 Área: 0.0354±0.0016</p>	<p>Diámetro: 0.1056±0.0038 Espesor: 0.0032±0.0002 Perímetro: 0.3318±0.0119 Volumen: 0.0006±0.0001 Área: 0.0087±0.0006</p>	<p>Espesor: 0.0031±0.0004 Perímetro: 0.3962±0.0142 Área: 0.0091±0.0006 Longitud: 0.1253±0.0067</p>	<p>Espesor: 0.0101±0.0025 Perímetro: 0.3206±0.057 Área: 0.0004±0.00008</p>

3.2. Parámetros Colorímetros y Peso

Tabla 2. Características de peso y color en la corteza y miga de los panes tradicionales

PANES	PESO	CORTEZA			MIGA		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
AZANGARO	52.4390±3.4820 ^a	46.7070±4.9120 ^{cd}	14.3020±1.4080 ^{ab}	23.7300±2.4510 ^{bc}	54.5100±6.4700 ^d	2.3750±1.2270 ^b	12.4710±1.0570 ^{bc}
CHUCUITO	52.3050±3.0500 ^a	48.4190±6.7600 ^c	12.5010±2.4960 ^{bcd}	22.2160±3.1210 ^c	60.1140±4.7910 ^b	2.1729±0.4282 ^{bc}	13.0110±1.0250 ^b
JULI	43.8230±3.3280 ^c	60.4740±3.7350 ^a	10.9940±2.5500 ^d	29.1990±3.4270 ^a	58.1620±5.2150 ^{bc}	1.3920±0.8060 ^e	11.1720±2.2320 ^d
LAMPA	48.9130±5.3400 ^b	47.0960±6.6890 ^c	14.1470±2.9910 ^a	27.8680±3.6070 ^a	57.4180±4.4460 ^{cd}	1.7700±0.9450 ^{cde}	11.9700±2.0920 ^{cd}
POMATA	46.1640±2.9030 ^c	55.8970±7.9500 ^b	36.9000±2.2420 ^d	25.8660±3.6610 ^b	65.1240±4.8840 ^a	1.9070±1.0980 ^{bcd}	13.2380±2.0390 ^b
PUCARA	52.7850±2.5630 ^a	43.1830±8.0910 ^d	13.0200±4.9590 ^{abc}	27.9280±5.5390 ^a	58.4060±4.2130 ^{bc}	1.6940±0.5974 ^{de}	12.4270±1.7030 ^{bc}
YUNGUYO	40.6300±1.5780 ^d	47.2460±6.0770 ^c	11.5300±1.9790 ^{cd}	19.5880±2.5040 ^d	47.0370±5.8120 ^e	6.0900±1.0290 ^a	14.7940±1.6120 ^a

En la Tabla 2, se observan los pesos de los diferentes panes autóctonos, donde se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$). Las variedades de la localidad de Azángaro, Pucara y Chucuito presentaron valores superiores a los panes de Yunguyo, los que registraron menor peso, los panes restantes registraron valores intermedios. Estas diferencias se atribuyen a los ingredientes utilizados en la elaboración del pan como, por ejemplo, la calidad de trigo utilizada y el porcentaje de sustitución generan cambios en el tamaño, volumen y área por las distintas formas geométricas del producto final, otra variación se puede dar por la pérdida de peso durante el proceso de cocción ($> 12\%$) (Cobo, et al 2013, Seguchi et al, 2007, Vilcanqui et al. 2021).

Respecto al color de la corteza, la luminosidad (que indica el cambio de negro 0 a blanco 100), presento un rango entre 43.18 a 60.47, los panes de Juli presentaron un incremento del 17% respecto a la muestra Pucara cuyo ingrediente en la parte superior es el queso, que produce la formación de las melanoidinas durante las etapas avanzadas de la reacción de Maillard conducen a cambios de color hacia el marrón. Estos colores crean una apariencia atractiva en los productos de panadería (Lambert et al., 2009).

En cuanto a los valores de a^* (que indican la variación de rojo + a^* a verde - a^*), los panes de Lampa, Azángaro y Pucara presentaron los mayores valores, aunque estos no tienen diferencia significativa ($p > 0.05$), los panes restantes registraron los valores más bajos. Los valores de b^* (que va desde amarillo + b^* hasta azul - b^*) los panes de Juli. Lampa y Pucara mostraron valores similares, pero superiores a los panes de Yunguyo. Estas diferencias pueden contrastarse

con la Tabla 1, donde se observan las imágenes de los panes y lamiga. El color de miga respecto a la luminosidad mostro un comportamiento similar al de la corteza, donde los panes de Pomata fueron superiores a los de Yunguyo en 18% debido a que la generación del color en el pan se debe a las reacciones de oscurecimiento no enzimático que tienen lugar en la superficie del pan durante el proceso de cocción. Sin embargo, el uso de diferentes ingredientes, y la variación del contenido de proteínas hace que los panes sean más oscuros y cambie la tonalidad del pan (Güemes-Vera et al., 2008). Los valores de a^* y b^* fueron superiores para los panes de Yunguyo e inferiores en b^* para Lampa y Juli, aunque solo esta última localidad fue en a^* . Estos cambios de color en la miga se producen durante el horneado por la transferencia de calor que se da por conducción-convección, es decir de la superficie al centro del alimento disminuyendo el pardeamiento no enzimático en la miga (Jiang & Peterson, 2013).

3.3. Check-All-That-Apply (CATA)

La percepción de los diferentes panes se llevó a cabo mediante prueba Q de Cochran para identificar diferencias significativas entre las muestras para cada uno de los atributos de las preguntas CATA (Nguyen et al., (2017), a partir del cálculo de las frecuencias, los resultados de la prueba de Q de Cochran mostraron diferencias significativas para 72 de 84 atributos de las muestras estudiadas ($p < 0.005$) Tabla 3. La categoría de apariencia general de los panes registro diferencias significativas en los 8 atributos utilizados. Todas las muestras fueron similares en los atributos cuadrado y triangulo, excepto los panes de Juli y Chucuito. Los panes de Lampa y Pomata, fueron descritos como mayor frecuencia respecto al atributo circulares, seguido de las muestras Pucara, Yunguyo, Pucara y Azángaro, siendo similares entre ellas. Las muestras de Juli fue descrita de forma rectangular y Chucuito de forma de triángulo y rombo. Todas las muestras fueron descritas como planas excepto las muestras de Chucuito, un similar comportamiento para el atributo regular excepto para Juli y una forma irregular para las muestras de Yunguyo y Chucuito. El pan de Juli fue descrito como un producto bien formado.

Tabla 3. Prueba de Q Corahn de los atributos evaluados mediante preguntas CATA

		Atributos	Chucuito	Lampa	Juli	Pomata	Pucara	Yunguyo	Azángaro
A P A R I E N C I A	Forma del Pan	Cuadrado	0.0950 (b)	0.0000 (a)	0.1590 (c)	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.0320 (a)	0.0320 (a)
		Triangulo	0.1270 (c)	0.0000 (a)	0.0320 (b)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)
		Redondo	0.1900 (b)	0.8890 (de)	0.0000 (a)	0.9680 (e)	0.7300 (cd)	0.6030 (c)	0.6510 (cd)
		Plano	0.1430 (b)	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.0790 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.0160 (a)
		Regular	0.0950 (a)	0.2060 (ab)	0.3650 (b)	0.0320 (a)	0.0630 (a)	0.0790 (a)	0.1750 (ab)
		Bien formado	0.063 (ab)	0.0950 (ab)	0.1900 (b)	0.0320 (ab)	0.0000 (a)	0.0160 (ab)	0.1750 (ab)
		Rectangular	0.0000 (a)	0.8410 (b)	0.1270 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.6030 (b)
		Irregular	0.3970 (c)	0.0630 (a)	0.1430 (ab)	0.0790 (a)	0.2860 (b)	0.3490 (c)	0.0480 (a)
G E N E R A L	Color de Corteza	Blanco	0.0480 (a)	0.0480 (a)	0.1900 (ab)	0.0480 (a)	0.0630 (ab)	0.0320 (a)	0.2700 (b)
		Dorado	0.3490 (bcd)	0.0320 (a)	0.2860 (bc)	0.3810 (cd)	0.5870 (d)	0.1270 (ab)	0.0480 (a)
		Amarillo	0.1590 (ab)	0.0000 (a)	0.4600 (c)	0.3330 (bc)	0.1750 (abc)	0.0320 (a)	0.0630 (a)
		Marrón Claro	0.1590 (ab)	0.4130 (b)	0.1430 (a)	0.2380 (ab)	0.1900 (ab)	0.3490 (ab)	0.3020 (ab)
		Marrón Oscuro	0.3970 (cd)	0.2380 (bcd)	0.0000(a)	0.0790 (ab)	0.1110 (ab)	0.4600 (d)	0.1270 (abc)
		Quemado	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.0480 (a)	0.0480 (a)
G E N E R A L	Forma de la Corteza	Fina	0.3330 (ab)	0.1110 (a)	0.3020 (ab)	0.3020 (ab)	0.2060 (a)	0.1110 (a)	0.5560 (b)
		Gruesa	0.2860 (a)	0.3970 (a)	0.4760 (b)	0.2700 (a)	0.3810 (a)	0.4130 (b)	0.2060 (a)
		Irregular	50.2540 (a)	0.1900 (a)	0.1750 (a)	0.1590 (a)	0.2540 (a)	0.3810 (b)	0.2060 (a)
		Regular	0.2060 (b)	0.0790 (ab)	0.0950 (ab)	0.2860 (b)	0.1900 (b)	0.1430 (ab)	0.0000 (a)
G E N E R A L	Color de la Miga	Blanca	0.3170 (b)	0.0160(a)	0.4290 (b)	0.4760 (b)	0.4600 (b)	0.0160 (a)	0.5560 (b)
		Amarillo	0.2860 (b)	0.6350 (c)	0.2700 (ab)	0.1750 (ab)	0.2380 (ab)	0.0630 (a)	0.2540 (ab)
		Marrón	0.0790 (ab)	0.0950 (ab)	0.0160 (a)	0.0480 (ab)	0.0950 (ab)	0.5710 (c)	0.2380 (b)
		Crema	0.3170 (b)	0.2380 (b)	0.3170 (b)	0.3330 (b)	0.2380 (b)	0.3970 (b)	0.0000 (a)
G E N E R A L	Estructura Alveolar	Fina	0.1590 (ab)	0.0000 (a)	0.0630 (ab)	0.2220 (b)	0.0950 (ab)	0.0790 (ab)	0.1430 (ab)
		Aireada	0.1110 (ab)	0.1590 (abc)	0.3650 (c)	0.2220 (abc)	0.3330 (bc)	0.2380 (abc)	0.0790 (a)
		Húmeda	0.0630 (a)	0.0790 (a)	0.1750 (ab)	0.2700 (ab)	0.1900 (ab)	0.1270 (ab)	0.3330 (b)
		Compacta	0.4760 (b)	0.4760 (b)	0.1900 (a)	0.1590 (a)	0.1590 (a)	0.5080 (b)	0.1750 (a)
		Esponjosa	0.2860 (ab)	0.1900 (a)	0.4440 (b)	0.3020 (ab)	0.3330 (ab)	0.1270 (a)	0.5710 (b)

Tabla 3. Prueba de Q Corahn de los atributos evaluados mediante preguntas CATA (Continuación)

		Atributos	Chucuito	Lampa	Juli	Pomata	Pucara	Yunguyo	Azángaro
T E X T U R A	Textura en la Boca	Masticable	0.5240 (c)	0.0000 (a)	0.2700 (b)	0.6030 (c)	0.5710 (c)	0.3330 (bc)	0.0320 (a)
		Crujiente	0.0480 (a)	0.1110 (ab)	0.3170 (b)	0.0790 (a)	0.0790 (ab)	0.0630 (a)	0.0320 (a)
		Gomoso	0.1270 (a)	0.0480 (a)	0.1430 (a)	0.1430 (a)	0.1110 (a)	0.0480 (a)	0.0320 (a)
		Viscoso	0.1110 (a)	0.0000 (a)	0.0630 (a)	0.0320 (a)	0.0950 (a)	0.0630 (a)	0.5080 (b)
		Elástico	0.0790 (ab)	0.0000 (a)	0.0630 (ab)	0.0480 (ab)	0.1430 (ab)	0.0790 (ab)	0.2060 (b)
		Suave	0.3170 (bc)	0.2540 (abc)	0.2540 (abc)	0.2700 (bc)	0.4130 (c)	0.0480 (a)	0.1110 (ab)
		Esponjoso	0.2060 (abc)	0.2060 (abc)	0.2060 (bc)	0.4290 (c)	0.3330 (c)	0.0160 (a)	0.0320 (ab)
		Duro	0.1590 (ab)	0.2060 (ab)	0.3020 (bc)	0.0790 (a)	0.0320 (a)	0.5080 (c)	0.0480 (a)
		Seco	0.1750 (ab)	0.0950 (ab)	0.3330 (bc)	0.1430 (ab)	0.0790 (a)	0.5710 (cd)	0.6510 (d)
		Húmedo	0.0950 (a)	0.0630 (a)	0.0630 (a)	0.0790 (a)	0.0790 (a)	0.0630 (a)	0.1270 (a)
		Desmenuzable	0.0630(a)	0.0480 (a)	0.0790 (a)	0.1270 (a)	0.1270 (a)	0.1430 (a)	0.1430 (a)
		Flexible	0.1430 (ab)	0.0630 (ab)	0.0790 (ab)	0.1750 (ab)	0.2380 (b)	0.0160 (a)	0.1110 (ab)
	Fresco	0.2540 (b)	0.0000 (a)	0.0950 (ab)	0.2540 (b)	0.2060 (b)	0.0630 (ab)	0.1750 (ab)	
	Textura en la Miga	Duro	0.0480 (a)	0.0320 (a)	0.1750 (ab)	0.0630 (a)	0.0630 (a)	0.3490 (b)	0.0630 (a)
		Pegajoso	0.0950 (a)	0.0000 (a)	0.1110 (b)	0.1270 (b)	0.0950 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)
		Suave	0.6510 (b)	0.0000 (a)	0.4440 (b)	0.6980 (b)	0.5870 (b)	0.1590 (a)	0.1430 (a)
		Flexible	0.3020 (bc)	0.5080 (c)	0.0950 (ab)	0.2540 (abc)	0.2220 (ab)	0.0630 (ab)	0.0480 (a)
		Ligero	0.2060 (ab)	0.4290 (b)	0.2060 (ab)	0.2380 (ab)	0.2540 (ab)	0.0790 (a)	0.3020 (ab)
		Granulado	0.0950 (abc)	0.2380 (bc)	0.0790 (ab)	0.0320 (a)	0.0790 (ab)	0.3330 (cd)	0.6190 (d)
		Seco	0.1270 (ab)	0.0160 (a)	0.2540 (bc)	0.0950 (ab)	0.1430 (ab)	0.4130 (c)	0.1590 (abc)
		Esponjoso	0.2220 (b)	0.0160 (a)	0.2540 (b)	0.2220 (b)	0.3020 (b)	0.1270 (ab)	0.0790 (ab)
		Quebradizo	0.0160 (a)	0.0480 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.0630 (a)	0.0790 (a)	0.0000 (a)
Desmenuzable		0.0630 (a)	0.5400 (b)	0.0320 (a)	0.1430 (a)	0.0950 (a)	0.1590 (a)	0.0790 (a)	
Húmedo	0.1110 (a)	0.0950 (a)	0.0950 (a)	0.1430 (a)	0.0950 (a)	0.0000 (a)	0.1590 (a)		

Tabla 3. Prueba de Q Corahn de los atributos evaluados mediante preguntas CATA (Continuación)

		Atributos	Chucuito	Lampa	Juli	Pomata	Pucara	Yunguyo	Azángaro
S A B O R	Sensación del Sabor	Equilibrio	0.2700 (bc)	0.0950 (ab)	0.3810 (c)	0.4600 (c)	0.3330 (bc)	0.3650 (c)	0.0320 (a)
		Dulce	0.6980 (b)	0.0950 (a)	0.0630 (a)	0.0630 (a)	0.4600 (b)	0.1110 (a)	0.0630 (a)
		Ácido	0.0320 (a)	0.1110 (a)	0.1110 (a)	0.0950 (a)	0.0320 (a)	0.0630 (a)	0.1590 (a)
		Amargo	0.1110 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.016 (a)	0.0480 (a)	0.063 (a)	0.5710 (b)
		Picante	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.3490 (b)
		Ceniza	0.0000 (a)	0.2060 (b)	0.0320 (ab)	0.0160 (ab)	0.0000 (a)	0.0630 (ab)	0.0000 (a)
		Crudo	0.0480 (a)	0.0000(a)	0.0320 (a)	0.0480 (a)	0.0160 (a)	0.1430 (b)	0.0160 (a)
		Intenso	0.0320 (a)	0.0000 (a)	0.0630 (a)	0.0160 (a)	0.1270 (b)	0.0480 (a)	0.0000 (a)
		Levadura	0.0480 (ab)	0.1750 (ab)	0.2060 (b)	0.1750 (ab)	0.1110 (ab)	0.0160 (ab)	0.0000 (a)
		Insípido	0.0480 (ab)	0.4920 (d)	0.2540 (bcd)	0.1900 (bc)	0.0790 (abc)	0.2540 (cd)	0.0000 (a)
		Terroso	0.0000 (a)	0.0630 (a)	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.1430 (b)	0.0000 (a)
		Salado	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.1270 (ab)	0.2220 (b)	0.1110 (ab)	0.0950 (ab)	0.0160 (a)
		Queso	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0480 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)
		Moho	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.0320 (a)	0.0320 (a)	0.0160 (a)
	Persistencia del Sabor	Ligera	0.1590 (a)	0.0950 (a)	0.2380 (a)	0.2060 (a)	0.1590 (a)	0.2220 (a)	0.0630 (a)
Media	0.5080 (b)	0.0000 (a)	0.6190 (b)	0.6030 (b)	0.3810 (b)	0.6030 (b)	0.0160 (a)		
Larga	0.2380 (bc)	0.0630 (ab)	0.0790 (ab)	0.1110 (ab)	0.3810 (c)	0.1270 (ab)	0.0000 (a)		

Tabla 3. Prueba de Q Corahn de los atributos evaluados mediante preguntas CATA (Continuación)

		Atributos	Chucuito	Lampa	Juli	Pomata	Pucara	Yunguyo	Azángaro
A R O M A	Intensidad	Ligera	0.2380 (abc)	0.5080 (c)	0.1900 (ab)	0.3170 (bc)	0.0950 (a)	0.2220 (abc)	0.2540 (abc)
		Media	0.6980 (c)	0.2700 (b)	0.5080 (bc)	0.5560 (bc)	0.4600 (bc)	0.6030 (c)	0.0320 (a)
		Alta	0.0630 (a)	0.0000 (a)	0.3020 (bc)	0.1430 (ab)	0.4440 (c)	0.1750 (ab)	0.4130 (bc)
	Aroma de la Corteza	Metalico	0.0950 (ab)	0.3020 (bc)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.0950 (ab)	0.3650 (c)
		Masa Madre	0.3970 (bc)	0.2060 (ab)	0.4600 (bc)	0.5240 (c)	0.3810 (abc)	0.5240 (c)	0.1110 (a)
		Levadura	0.3650 (bc)	0.0480 (a)	0.5400 (c)	0.3650 (bc)	0.2380 (ab)	0.2380 (ab)	0.0790 (a)
		Queso Fresco	0.0480 (a)	0.0320 (a)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.3020 (b)	0.0000 (a)	0.0320 (a)
		Queso Maduro	0.0160 (a)	0.3490 (b)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0480 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)
		Humo	0.0950 (a)	0.0160 (a)	0.0950 (a)	0.1270 (b)	0.0630 (a)	0.1750 (b)	0.0320 (a)
	Aroma de la Miga	Metálico	0.0480 (a)	0.0160 (a)	0.0160 (a)	0.0160 (a)	0.0160 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)
		Picante	0.0160 (a)	0.0320 (a)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0320 (a)	0.0480 (a)	0.0630 (a)
		Masa Madre	0.5560 (b)	0.0630 (a)	0.4760 (b)	0.6350 (b)	0.4130 (b)	0.5710 (b)	0.0480 (a)
		Fermentado	0.1430 (ab)	0.0790 (ab)	0.1900 (b)	0.0790 (ab)	0.2860 (b)	0.1110 (ab)	0.0000 (a)
		Queso	0.0000 (a)	0.0950 (a)	0.0160 (a)	0.0160 (a)	0.0790 (a)	0.0320 (a)	0.4290 (b)
		Dulce	0.0000 (a)	0.1110 (b)	0.0000 (a)	0.0000 (a)	0.0160 (a)	0.0160 (a)	0.1270 (b)
Levadura		0.2860 (b)	0.0320 (a)	0.3650 (b)	0.3020 (b)	0.1900 (ab)	0.2860 (b)	0.4600 (b)	

Respecto al color de la corteza 5 de 6 atributos fueron significativos (Tabla 3). El atributo blanco evidencio que todas las muestras son iguales excepto el pan de Azángaro, aunque este es similar a Pucara y Juli. Los panes de Chucuito, Pomata y Pucara indicaron una mayor frecuencia del atributo dorado seguido de los panes de Juli y Yunguyo. El atributo amarillo fue superior para Juli, Pomata y Pucara y menor frecuencia para el resto de panes, la muestra de Lampa presento una mayor frecuencia del marrón claro y muestra de Yunguyo como marrón oscuro. La forma de la corteza mostró diferencias significativas en los 4 atributos estudiados, todas las muestras fueron descritas como finas y regulares excepto Azángaro, de igual manera las muestras fueron gruesas e irregulares excepto el pan de Yunguyo. En el color de la miga los 4 atributos fueron significativas, las muestras con mayor frecuencia en el color blanco es Azángaro y Juli, del color amarillo Lampa, y del color marrón Yunguyo, En cuanto al atributo crema todas las muestras presenta una mayor frecuencia excepto Azángaro. En la estructura alveolar los 5 atributos registraron diferencias significativas, todas las muestras fueron consideradas finas a excepción de Lampa y Pomata. La muestra con menor frecuencia en la miga aireada y con mayor humedad fue Azángaro. Los panes de Yunguyo, Lampa y Chucuito son descritas como compactas y todas las muestras fueron descritas como esponjosas a excepción de Lampa y Yunguyo.

En la categoría de aroma, la sub categoría de intensidad de olor fue significativas para los 3 atributos. El pan de Lampa tiene una mayor frecuencia y una menor el pan de Pucara en el atributo de ligero. Los panes de Juli, Azángaro y Pucara mostraron mayor frecuencia en el atributo de intensidad de aroma alta, aunque, Pucara también fue considerado como intensidad media. En cuanto al aroma de la corteza, los 6 atributos fueron significativos. La frecuencia del pan de Azángaro fue superior del olor metálico y menor en el atributo masa madre. El olor a levadura en relación al pan de Juli, Pomata y Chucuito fue mayor a las demás muestras. El olor a queso fresco y maduro fue mayor en Pomata y Lampa, respectivamente. El aroma de la miga 5 de 7 tuvieron una frecuencia significativa, todas las muestras presentaron un olor a masa madre y menor dulzor excepto Lampa y Azángaro. Un comportamiento

similar para el fermentado excepto para Juli y Yunguyo. Un mayor olor a queso presentó los panes de Azángaro y un menor olor a levadura la muestra de Lampa.

En la categoría textura dentro de la subcategoría textura en boca se encontró frecuencias significativas en 10 de 13 atributos. Los atributos gomoso, húmedo y desmenuzable no presentaron diferencias significativas. Las muestras de Chucuito, Pomata y Yunguyo indicaron ser masticables, pero menos crujientes al resto de los panes. Sin embargo, los panes de Azángaro son más viscosos y elásticos, pero menos crujientes y masticables. Todos los panes fueron descritos como suaves y esponjoso, aunque los panes de Yunguyo indicaron menor frecuencia. Los panes de Yunguyo y de Juli presentaron mayor frecuencia en la dureza y sequedad comparado con los otros panes. El pan de Pucara tiene mayor flexibilidad y todos los panes fueron considerados frescos a excepción de pan de Lampa que mostro menor frecuencia.

En la subcategoría de textura en miga, 9 de 11 atributos fueron significativos. La miga de los panes de Pucara, Chucuito, Juli y Pomata son considerados suaves, estos dos últimos panes también son considerados como pegajosos. Los panes de Chucuito, Lampa, Yunguyo y Azángaro son granulado, donde los dos primeros se consideran flexibles y los dos últimos se consideran secos. El pan de lampa y Yunguyo, mostraron una mayor y menor textura ligera, respectivamente. Todas las muestras fueron consideradas esponjosas y desmenuzables excepto Juli y Lampa, respectivamente.

La categoría sabor en la subcategoría sensación del sabor, 11 de 14 atributos fueron significativos. Las muestras de Lampa y de Azángaro mostraron una menor frecuencia en el sabor equilibrado y los panes de Chucuito y de Pucara fueron superiores en el atributo dulzor y panes de Yunguyo mostraron mayor frecuencia amargo y picantes comparado con las otras muestras. Las muestras de Azángaro, Chucuito y Pucara mostraron una menor frecuencia a diferencia de las otras muestras. Una mayor frecuencia se observó en los atributos ceniza, intenso, levadura, terroso, crudo y salado fueron para las muestras de Lampa, Pucara, Juli, Pomata y Yunguyo (los dos últimos atributos), respectivamente. Finalmente, en la subcategoría persistencia del sabor 2 de 3 fueron significativos, donde el atributo de persistencia media fue superior para Lampa y Azángaro, y mayor frecuencia en la persistencia de sabor duradera para Pucara, comparada con las otras muestras.

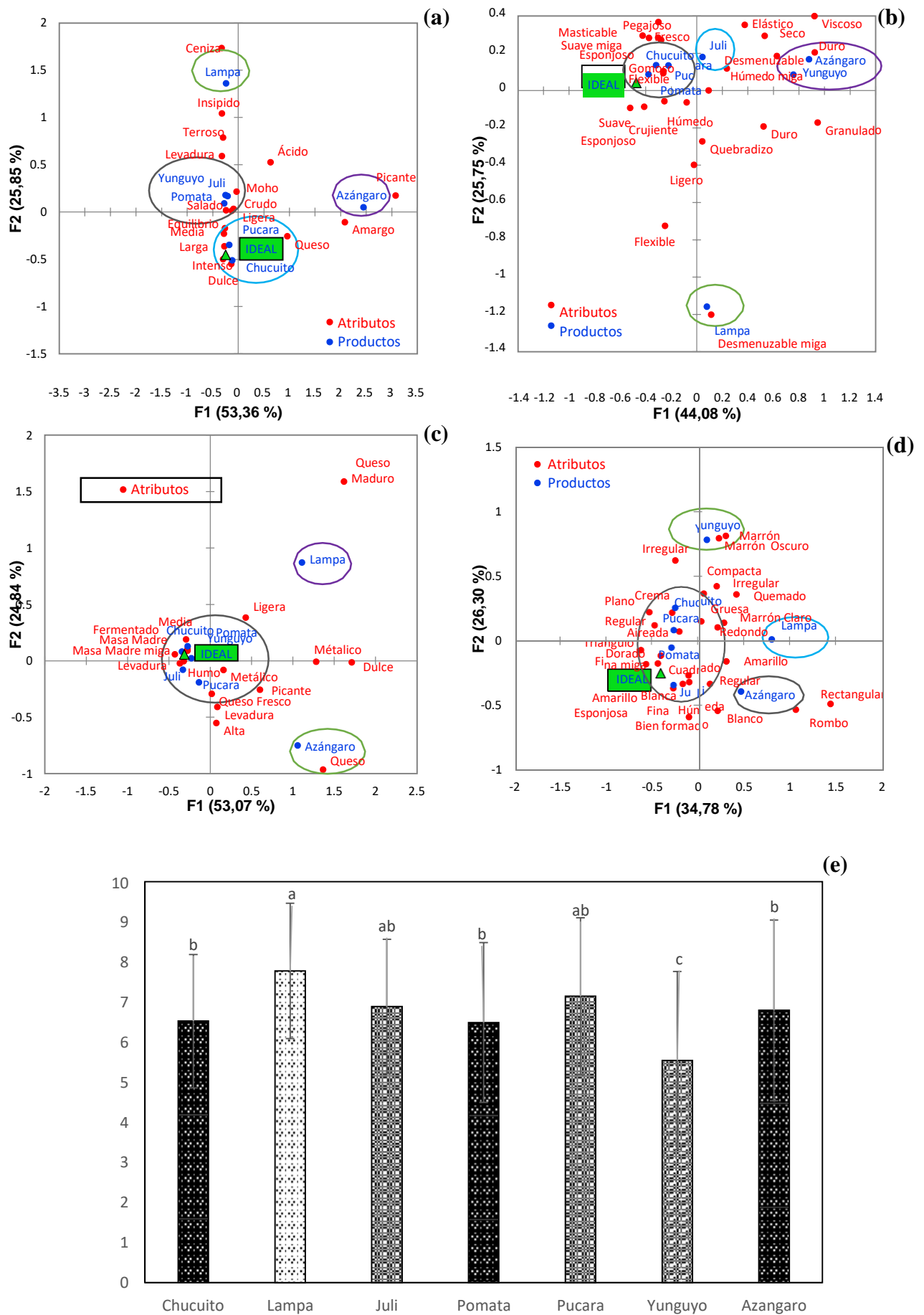


Figura 1. Análisis de correspondencia del sabor (a), textura (b), aroma (c), apariencia general (d) y aceptabilidad (e) obtenido mediante las preguntas CATA

En base a las diferentes investigaciones se trabajó con 84 atributos en las preguntas CATA: 27 de apariencia, 16 de olor, 24 de textura y 17 de sabor. Sin embargo, solo 72 descriptores fueron percibidos como diferentes entre las muestras por los consumidores ($p < 0.05$) Tabla 3, esto evidencia el gran poder de discriminación del método CATA para los diferentes atributos en las muestras. Unos similares comportamientos observaron (Limbat et al, 2020). Se realizó un análisis de correspondencia para generar los mapas sensoriales (Figura 1) en base a la categorización de los atributos. Además, se graficaron los datos de aceptabilidad, obtenida de una escala de nueve puntos. En la primera y segunda dimensión explicaron el 79.21, 69.83, 77.91 y 61.08 % para el sabor, textura, aroma y apariencia general respectivamente.

Los panes tradicionales respecto a los atributos de sabor (Figura 1a) mostraron la formación de cuatro grupos: el primer grupo consiste en el pan de Lampa, descrito como insípida y ceniza, el segundo por Azángaro con las características de picante y amargo, siendo un comportamiento distinto al esperado por parte de la percepción de los consumidores, por considerado un pan poco dulce. El tercer grupo por Yunguyo, Juli y Pomata presenta los atributos de salado, crudo y moho, y el cuarto grupo por Pucara y Chucuito descrito como intenso, dulce, queso y de larga duración.

En cuanto a la textura (Figura 1b), se formaron cuatro grupos, los panes de Lampa se caracterizan por tener la miga desmenuzable, las muestras de Azángaro y de Yunguyo por una miga húmeda y corteza dura. La muestra de Juli fue descrita por una corteza desmenuzable y elástica. Finalmente, los panes de Chucuito, Pucara y Pomata por ser masticable, de miga suave, gomoso, frescos y flexibles.

Respecto al aroma se observó el agrupamiento de tres conjuntos, el primer conjunto (Lampa) descrito con intensidad ligera a queso. En el segundo grupo se encontró a los panes de Azángaro caracterizado con un olor a queso. El tercer grupo formado por los panes restantes (Chucuito, Pomata, Yunguyo, Juli y Pucara) representado por los atributos fermentado, levadura, intensidad media y masa madre en la corteza y miga (Figura 1c).

Respecto a la apariencia general (Figura 1d), se evidenció la formación de cuatro grupos: uno conformado por la muestra de Yunguyo descrita como marrón y marrón oscuro, dos el pan de Lampa

caracterizado por marrón claro y redondo, tres por los panes de Azángaro representado por ser blancos y de estructura regular, y el cuarto grupo (Chucuito, Pucara, Pomata y Juli) por ser dorados, aireados, de miga fina y de color blanco.

Finalmente, la aceptabilidad de las muestras obtuvo puntuaciones superiores a seis (me gusta un poco) en base a la escala hedónica (Figura 1e). Las muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), los panes de Lampa, Juli y Pucara mostraron una mayor aceptación, aunque no presentaron diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, los panes de Yunguyo registraron un menor valor de evaluación 5.5 no obstante todos consumidores aceptan el producto.

Los resultados del análisis de correspondencia se atribuyen a la percepción sensorial de cada consumidor, debido a que la calidad sensorial es el factor más importante para la aceptación de un producto (Dewettinck et al., 2008). En cuanto a los atributos de sabor, las características del pan ideal son sabor duradero, intenso, equilibrado y a queso, atributos que presentan los panes de las localidades de Pucara y Chucuito. Sin embargo, las cualidades del sabor varían debido a la temperatura y porcentaje de levadura empleado en la fermentación y el contenido en cenizas de la harina (relacionado con la tasa de extracción) (Katina 2005). En relación a la textura, el producto ideal se describe como gomoso, flexible, miga suave, masticable y esponjoso, rasgos que presentan los panes de Chucuito, Pucara y Pomata. El pan es macroscópicamente heterogéneo: la corteza del pan posee propiedades mecánicas opuestas en comparación con su miga, el cual depende del tamaño y número de alveolos (Panouillé et al., 2014).

Por otro lado, los atributos correspondientes al aroma, los consumidores describen que, al producto ideal con olor a levadura, masa madre tanto en la corteza como miga y de duración media, mismos que exhiben cinco panes de las localidades evaluadas (Pomata, Chucuito, Juli, Yunguyo y Pucara). Estas características se deben a los ingredientes, técnicas artesanales de elaboración y la actividad enzimática durante el amasado producido por el metabolismo de las levaduras y las bacterias lácticas durante la fermentación, las reacciones de oxidación de los lípidos y las reacciones térmicas durante el proceso de cocción, las cuales contribuyen en gran medida al aroma final del pan (Cayot, 2007). Finalmente,

en relación a la apariencia los atributos ideales describieron panes de forma triangular y cuadrada con una superficie regular, corteza color doradora, miga blanca, aireada, fina y húmeda, características que presentan cuatro de los panes evaluados: Pomata, Juli, Pucara y Chucuito (Figura 1), sin embargo, los panes de Pomata y Pucara presentan formas distintas la ideal recomendando modificar su estructura. En la elaboración de panes con harina de trigo, el color de la miga va del blanco crema al marrón claro en función de la tasa de extracción de la harina (Kihlberg et al., 2004). Por otro lado, las α -amilasas, presentes en la harina, hidrolizan el almidón en glucosa y maltosa, que actúan también como sustratos en las reacciones de Maillard, una baja actividad α -amilásica de la harina puede hacer que la corteza pierda color (Goesaert et al., 2009).

3.4. Dominancia Temporal de Sensaciones (TDS)

La ingesta de alimentos no solo consiste en masticar y digerir, también forma parte primordial de la percepción sensorial. Comprende la formación del bolo alimenticio es esencial para explicar el comportamiento alimentario de las personas, la percepción sensorial, la aceptación de los consumidores y la vinculación de los productos alimenticios (Chen, 2015; Koç et al., 2013; Stieger & van de Velde, 2013; Witt y Stokes, 2015). El método TDS se distingue de otros métodos dado que su enfoque es en el atributo dominante en cualquier momento (Albert et al., 2011). Para cada producto evaluado y cada momento del tiempo, se calcularon las tasas de dominancia por atributo (Labbe et al., 2009; Pineau et al., 2009). Estas tasas se obtuvieron dividiendo el número de citas de un atributo (todas las réplicas) por el número de panelistas. Dado que un panelista solo puede tener un atributo dominante a la vez, la suma de las tasas de dominancia de todos los atributos en cada momento para ese panelista es 1. Cuanto mayor sea la tasa de dominancia para el atributo, mejor será el acuerdo entre los panelistas.

Las curvas TDS consisten en graficar la tasa de dominancia de cada una de las sensaciones en diferentes puntos del período de alimentación para una muestra en todo el panel (Pineau et al., 2009). Dado que la duración de la masticación hasta la deglución difería de un sujeto a otro, las escalas temporales de percepción sensorial también diferían (Lenfant et al., 2009). Para tener en cuenta este fenómeno en el cálculo de las curvas TDS, los datos de cada sujeto se normalizaron de acuerdo con la duración de la

masticación individual, por lo que el eje x muestra valores de $x = 0$ (primera puntuación) a $x = 100$ (deglución). La Fig. 2 muestra las curvas TDS normalizadas para cada muestra; para ayudar en la interpretación de los resultados, se agregaron a los gráficos dos líneas que representan los niveles de probabilidad y significancia. El nivel de probabilidad representa la tasa de dominancia que podría alcanzar un atributo por casualidad ($1/\text{número de atributos}$), mientras que el nivel de significación expresa el valor más pequeño de la proporción que es significativamente ($p = 0,05$) mayor que el nivel de probabilidad. Siete tipos de pan exhibieron diferentes perfiles de TDS, especialmente en las etapas temprana y media de la masticación. TDS identificó al menos un atributo como significativamente dominante durante la mayoría de las evaluaciones de productos de productos en las siete muestras. En base al análisis de curvas de dominancia (Figura 2), podemos observar que en la figura 2a, el atributo dominante inicia como dulce, luego se percibe crujiente y retornara a la dominancia de atributo dulce, en la parte final del ensayo domina ligeramente el atributo sabroso, sin embargo, termina dominando el dulzor. Esto se atribuye a que el pan de Chucuito es percibido como un producto dulce, debido a los ingredientes, específicamente al contenido de azúcar.

En la Figura 2b, el atributo dominante duro permanece durante una fracción de tiempo de 0.7, luego en la etapa final predomina el atributo salado y pegajoso, esto se produce por el tiempo de masticación que permite la generación del bolo alimenticio. El proceso de masticación, en el que el alimento se tritura en pequeñas partículas hasta formar un bolo que se puede tragar, puede situarse en un espacio en el que intervienen la estructura, la lubricación y el tiempo (Hutchings & Lillford, 1988; Lenfant et al., 2009). Además, el atributo suave muestra un ligero incremento al final, aunque no resulta significativo. Los panes de Lampa, presentan el atributo suave como dominante durante el inicio, la etapa media y en la parte final. Además, se añade una sensación desmenuzable al final del consumo del producto. Por otro lado, los atributos duro, dulce, sabroso y salado muestran una tendencia a incrementarse, aunque no resultan significativos. La forma en que el alimento se rompe en la boca afecta tanto la percepción de su textura como las preferencias del consumidor (Albert et al.,2012).

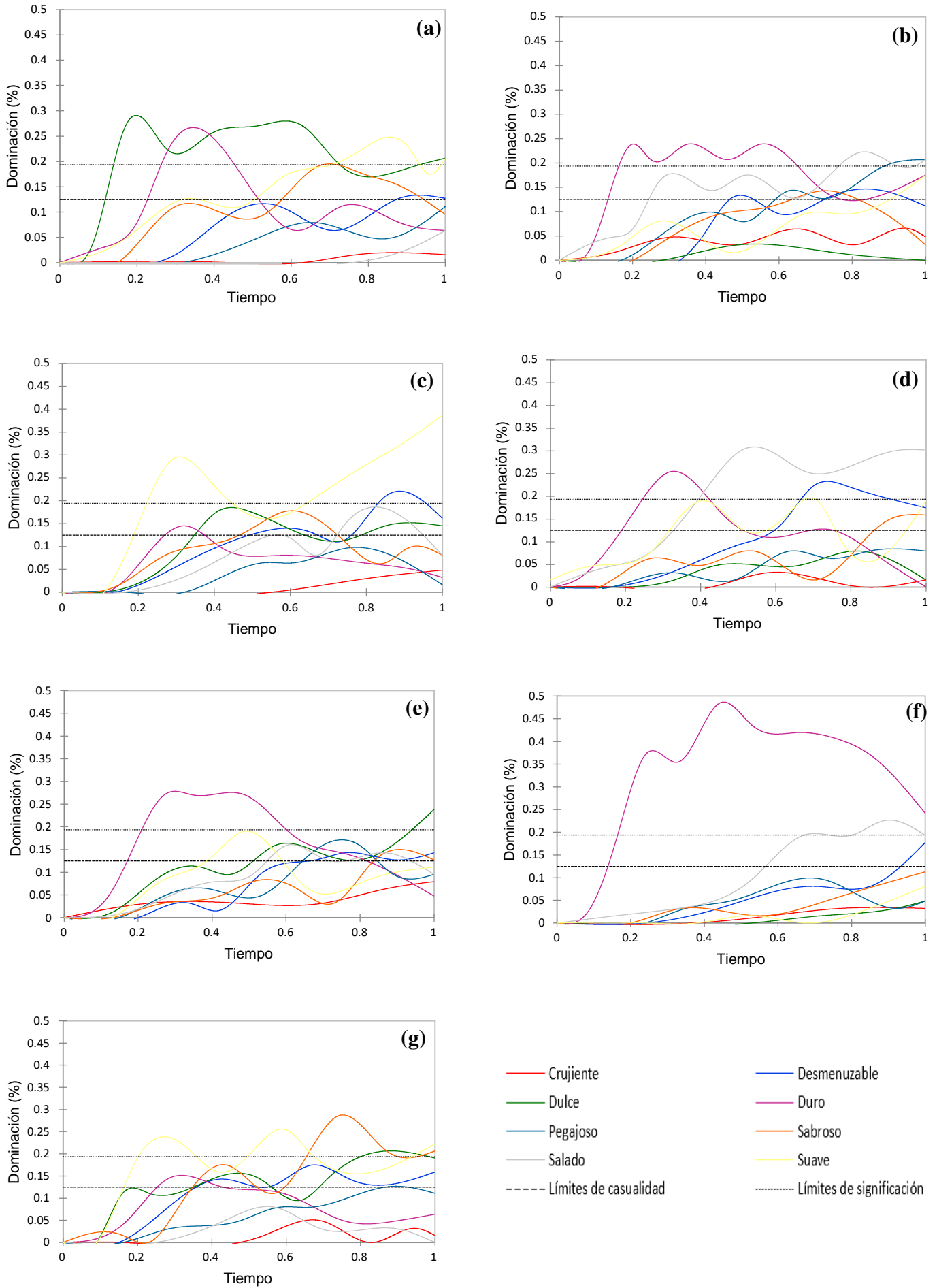


Figura 2. Curvas de dominancia temporal del pan Chucuito (a), Lampa (b), Juli (c), Pomata (d), Pucara (e), Yunguyo (f) y Azángaro (g)

Los panes procedentes de Pomata, mostraron una dominancia del atributo duro y luego salado en la parte intermedia y final del consumo. También, el atributo desmenuzable muestra dominancia en la etapa final. Este presenta un similar comportamiento al pan de Juli en la etapa inicial y similar al pan de Lampa al final del ensayo. El pan de Pucara, mantiene como atributo dominante la dureza durante una fracción de tiempo de 0.6 y el final domina el atributo dulce. También se observa un incremento en la etapa intermedia y final de los atributos suave, seguido de dulce, pegajoso y sabroso. Aunque estos atributos no muestran una dominancia significativa. En relación al pan de Yunguyo, durante todo el ensayo domina el atributo duro, sin embargo, en la parte final se percibe también como dominante el atributo salado, asimismo se observa un ligero incremento en la etapa final del atributo desmenuzable y sabroso, los cuales no fueron significativos. Respecto al pan de Azángaro, durante la etapa inicial e intermedia de la prueba domina el atributo suave, y en la etapa final los atributos sabroso y dulce, no obstante, el atributo pegajoso mostro un ligero incremento sin lograr alcanzar la significancia.

4. CONCLUSIONES

Se logró caracterizar los siete panes autóctonos, donde se encontraron diferencias significativas en el peso y en el color, cinco panes eran de forma redonda y dos panes diferentes (cuadrado y rombo). Mediante la caracterización sensorial descriptiva CATA, permitió formar cuatro grupos de panes en base a su sabor, aroma, color, textura y apariencia general. En todos los atributos estudiados tanto los panes de Lampa y Azángaro formaron grupos independientes, los panes de Juli se diferenciaron en los atributos de textura, los panes restantes formaron grupo similares en los atributos evaluados. En el Análisis de dominancia temporal de Sensaciones los panes presentaron el atributo dominante dureza, aunque al final de las pruebas variaron los atributos dominantes en función al tipo de pan.

5. BIBLIOGRAFIA

Albert, A., Salvador, A., Schlich, P., & Fiszman, S. (2012). Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. *Food Quality and Preference*, 24(1), 111-118.

- 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®, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. *Food Quality and Preference*, 22(5), 463-473.
- Ares, G., Jaeger, S. R., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., Coste, B., ... & Castura, J. C. (2015). Comparison of TCATA and TDS for dynamic sensory characterization of food products. *Food Research International*, 78, 148-158.
- Berget, I., Castura, J. C., Ares, G., Næs, T., & Varela, P. (2020). Exploring the common and unique variability in TDS and TCATA data—A comparison using canonical correlation and orthogonalization. *Food Quality and Preference*, 79, 103790.
- Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Lim, K., Nelson, K., & Lucey, J. A. (2008). Characterization of the rheological, textural, and sensory properties of samples of commercial US cream cheese with different fat contents. *Journal of dairy science*, 91(12), 4501-4517. doi:10.3168/jds.2008-1322
- Bruzzone, F., Ares, G., & Giménez, A. (2013). Temporal aspects of yoghurt texture perception. *International Dairy Journal*, 29(2), 124-134.
- Cobo, G., Quiroz, M., & Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en la elaboración de pan. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Chen, J. (2015). Food oral processing: Mechanisms and implications of food oral destruction. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 222-228.
- Cayot, N. (2007). Sensory quality of traditional foods. *Food chemistry*, 101(1), 154-162.
- De Aguiar, L. A., Rodrigues, D. B., Queiroz, V. A. V., Melo, L., & de Oliveira Pineli, L. D. L. (2020). Comparison of two rapid descriptive sensory techniques for profiling and screening of drivers of liking of sorghum breads. *Food Research International*, 131, 108999.
- Dendy, Dobraszczyk. (2001). *Industria de los Cereales*. Editorial Acribia. España.

- Dinnella, C., Masi, C., Naes, T., & Monteleone, E. (2013). A new approach in TDS data analysis: A case study on sweetened coffee. *Food quality and preference*, 30(1), 33-46.
- Dooley, L., Lee, Y. S., & Meullenet, J. F. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food quality and preference*, 21(4), 394-401.
- Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., & Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243-257.
- El Comercio. (2020). «Consumo de pan se incrementaría en 43% en el presente año» Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/pan-peru-asp-an-consumo-anual-de-pan-se-incrementaria-en-43-en-el-presente-ano-ncze-noticia/?ref=ecr>.
- Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., & Delcour, J. A. (2009). Amylases and bread firming—an integrated view. *Journal of cereal science*, 50(3), 345-352.
- Güemes-Vera, N., Peña-Bautista, R. J., Jiménez-Martínez, C., Dávila-Ortiz, G., & Calderón-Domínguez, G. (2008). Effective detoxification and decoloration of *Lupinus mutabilis* seed derivatives, and effect of these derivatives on bread quality and acceptance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(7), 1135-1143.
- Hutchings, J. B., & Lillford, P. J. (1988). The perception of food texture—the philosophy of the breakdown path. *Journal of Texture Studies*, 19(2), 103-115.
- Jiang, D., & Peterson, D. G. (2013). Identification of bitter compounds in whole wheat bread. *Food chemistry*, 141(2), 1345-1353.
- Katina, K. (2005). Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread, Espoo 2005. VTT Publications 569.
- Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A., & Risvik, E. (2004). Sensory qualities of whole wheat pan bread—influence of farming system, milling and baking technique. *Journal of Cereal Science*, 39(1), 67-84.
- Koç, H., Vinyard, C. J., Essick, G. K., & Foegeding, E. A. (2013). Food oral processing: conversion of food structure to textural perception. *Annual review of food science and technology*, 4, 237-266.

- Labbe, D., Schlich, P., Pineau, N., Gilbert, F., & Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. *Food Quality and Preference*, 20(3), 216-221.
- Lambert, J. L., LE-BAIL, A., Zuniga, R., VAN-HAESSENDONCK, I., Vnzeveren, E., Petit, C., ... & Ziobro, R. (2009). The attitudes of European consumers toward innovation in bread; interest of the consumers toward selected quality attributes. *Journal of Sensory Studies*, 24(2), 204-219.
- Lenfant, F., Loret, C., Pineau, N., Hartmann, C., & Martin, N. (2009). Perception of oral food breakdown. The concept of sensory trajectory. *Appetite*, 52(3), 659-667.
- Limbad, M., Gutierrez Maddox, N., Hamid, N., & Kantono, K. (2020). Sensory and physicochemical characterization of sourdough bread prepared with a coconut water kefir starter. *Foods*, 9(9), 1165.
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Miranda Villa, P. P., Mufari, J. R., Bergesse, A. E., Planchuelo, A. M. R., & Calandri, E. L. (2018). Calidad nutricional y propiedades físicas de panes libres de gluten; Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación; Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria; 38; 3; 12-2018; 46-55.
- Moss, R., & McSweeney, M. B. (2022). Effect of quinoa, chia and millet addition on consumer acceptability of gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(2), 1248-1258.
- Nguyen, Q. C., Wahlgren, M. B., Almli, V. L., & Varela, P. (2017). Understanding the role of dynamic texture perception in consumers' expectations of satiety and satiation. A case study on barley bread. *Food quality and preference*, 62, 218-226.
- Ordoñez, M. H., & Osorio, D. D. (2012). Características reológicas del pan de agua producto autóctono de Pamplona (Norte de Santander). *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 10(2), 61-74.
- Perú21. (2020). «Consumo de pan crecería 43% en el año 2020, según Aspan». Disponible en: <https://peru21.pe/economia/pan-peru-consumo-anual-de-pan-creceria-43-en-el-ano-2020-segun-aspn-ncze-noticia/>

- Panouille, M., Saint-Eve, A., Deleris, I., Le Bleis, F., & Souchon, I. (2014). Oral processing and bolus properties drive the dynamics of salty and texture perceptions of bread. *Food Research International*, 62, 238-246.
- Pérez-Vargas, A., Gutierrez-Ñique, C., Díaz-Castillo, J., & Gutierrez-Varas, M. (2021). Percepción sensorial de galletas de chocolate utilizando el método TDS. *Journal of Neuroscience and Public Health*, 1(3), 99-108.
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., ... & Köster, E. (2009). Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. *Food Quality and Preference*, 20(6), 450-455.
- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Braga, A. R. C., Alencar, N. M., Rosell, C. M., & Capriles, V. D. (2021). An integrated instrumental and sensory approach to describe the effects of chickpea flour, psyllium, and their combination at reducing gluten-free bread staling. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, 100659.
- Sciarini, L. S., Steffolani, M. E., & Leon, A. E. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*, 33(2), 61-74.
- Seguchi, M., Tabara, A., Fukawa, I., Ono, H., Kumashiro, C., Yoshino, Y., ... & Yamane, C. (2007). Effects of size of cellulose granules on dough rheology, microscopy, and breadmaking properties. *Journal of food science*, 72(2), E79-E84.
- Stieger, M., & van de Velde, F. (2013). Microstructure, texture and oral processing: New ways to reduce sugar and salt in foods. *Current opinion in colloid & interface science*, 18(4), 334-348.
- Radio Juliaca “La Decana” (2021). “Más de 20 variedades de pan serán presentados en la “Ruta Regional del Pan Puneño”. Disponible en: <https://ladecana.pe/mas-de-20-variedades-de-pan-seran-presentados-en-la-ruta-regional-del-pan-puneno/>
- Rodrigues, J. F., Condino, J. P. F., Pinheiro, A. C. M., & Nunes, C. A. (2016). Temporal dominance of sensations of chocolate bars with different cocoa contents: Multivariate approaches to assess TDS profiles. *Food Quality and Preference*, 47, 91-96.

Rodrigues, J. F., de Souza, V. R., Lima, R. R., da Cruz, A. G., & Pinheiro, A. C. M. (2018). Tds of cheese: Implications of analyzing texture and taste simultaneously. *Food Research International*, 106, 1-10.

Tejero, F., 1995. Panadería Española (2 Tomos). Editorial Montagud, Barcelona, 190 págs.

Vega Castro, Ó. A., De Marco, R., & Di Risio, C. (2015). As propriedades físicas e sensoriais do pão fresco com a adição da enzima lacase, xilanase e lipase. *Revista EIA*, (24), 87-100.

Debo ir a las 7- 5

Witt, T., & Stokes, J. R. (2015). Physics of food structure breakdown and bolus formation during oral processing of hard and soft solids. *Current opinion in food science*, 3, 110-117.