



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PERFIL SENSORIAL DEL AGUA DE LAS COMUNIDADES LAS
BARRANCAS, PIÑONAL, Y LA MANCHA DE LOS MUNICIPIOS
ALVARADO, JAMAPA Y ACTOPAN, EN LA ZONA COSTERA DEL
ESTADO DE VERACRUZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA
KARLA GABRIELA NAVA GÓMEZ

ASESORA
Patricia Severiano Pérez





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: Severiano Pérez Patricia
VOCAL: Profesor: Méndez Gallardo Carlos Iván
SECRETARIO: Profesor: Márquez Zetina Jessica Ivette
1er.SUPLENTE: Profesor: Gómez Andrade Dulce María
2°SUPLENTE: Profesor: Escamilla Loeza Adelina

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL. ANEXO DEL LABORATORIO 4D, EDIFICIO A, CUARTO PISO. FACULTAD DE QUÍMICA. CIUDAD UNIVERSITARIA.

Este trabajo se realizó con el presupuesto del proyecto “*Medidas integrales de adaptación al cambio climático para la seguridad alimentaria en la costa central del Golfo de México*” con clave CONACYT 317526 y del PAIP clave 5000-9089 de la Facultad de Química.

Dra. Patricia Severiano Pérez

Asesora

Karla Gabriela Nava Gómez

Sustentante

ÍNDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Definición de agua	4
2.2 Inocuidad potable	4
2.3 Agua en Veracruz	6
2.4 Agua embotellada	8
2.5 Percepción de los consumidores sobre el agua potable	9
2.6 Evaluación Sensorial	11
2.6.1 Panel Sensorial	11
2.6.2 Pruebas Sensoriales	12
2.6.3 Reclutamiento del panel	13
2.6.4 Selección de jueces	14
2.6.5 Entrenamiento del panel sensorial	14
2.6.6 Desempeño del panel	15
2.6.7 Diseño de la sala para la evaluación sensorial	15
2.7 Métodos convencionales	16
2.8 Evaluación Sensorial del Agua	18
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVO	23
4. METODOLOGÍA	24
4.1 Muestras	24
4.2 Preselección de Jueces	27
4.3 Selección de Jueces	28
4.3.1 Pruebas para la selección del panel de evaluación sensorial	29
4.4 Especificaciones para realizar la evaluación sensorial de agua	31
4.5 Generación de atributos	32
4.6 Elección de atributos	33
4.7 Selección de la escala	33
4.8 Entrenamiento	33
4.9 Evaluación del desempeño del panel	34
4.10 Evaluación de muestras y de los jueces	34
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
6. RESULTADOS	36

6.1 Pre-selección	36
6.2 Selección.....	38
6.2.1 Pruebas de umbral de los gustos básicos	38
6.2.2 Pruebas triangulares	44
6.2.3 Pruebas de definición de alimentos	47
6.2.4 Pruebas de evaluación de la capacidad olfativa	49
6.3 Formación del panel para la evaluación de agua	51
6.4 Generación de atributos	54
6.4.1 Selección de atributos	59
6.5 Entrenamiento con estándares	60
6.6 Primera evaluación del desempeño del panel.....	63
6.7 Entrenamiento con estándares. Evaluaciones subsiguientes.	69
6.8 Perfil Sensorial	84
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	108
7.1 Preselección	108
7.2 Selección.....	108
7.2.1 Pruebas de umbral de los gustos básicos	108
7.2.2 Pruebas triangulares	109
7.2.3 Pruebas de definición de alimentos	109
7.2.4 Pruebas de evaluación de capacidad olfativa	110
7.3 Formación del panel para la evaluación de agua	111
7.4 Generación de atributos y Selección de atributos	111
7.5 Entrenamiento con estándares	112
7.6 Entrenamiento con estándares. Evaluaciones subsiguientes	113
7.7 Perfil sensorial.....	114
8. CONCLUSIONES	131
9. RECOMENDACIONES	133
10. REFERENCIAS	134

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial es una disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar las respuestas percibidas a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído hacia ciertas propiedades del alimento o del producto, no existe ninguna herramienta que pueda sustituir la respuesta humana (Meilgarrrd et al., 2015).

La evaluación sensorial es un gran apoyo al momento del desarrollo de nuevos productos, en control de calidad, mejoramiento de producto y en el desarrollo del proceso.

El agua es fundamental para las transformaciones bioquímicas propias de todas las células activas ya que entre el 60 y 70% del cuerpo humano es agua. El agua se considera un disolvente líquido y de pH neutro, existe en diferentes presentaciones como océanos, mares, lagos, ríos, arroyos, depósitos, embalses y agua subterránea en los acuíferos subterráneos (Badui, 2006).

La seguridad alimentaria depende de una seguridad hídrica y esta se define como la capacidad de una sociedad, para disponer de agua en cantidad y calidad aceptable para su supervivencia y la realización de diferentes actividades recreativas. Asegura la estabilidad económica de una sociedad tomando en cuenta los cambios climáticos y la contaminación ambiental producida por los seres humanos que afectan directamente al agua (IMTA, 2018). La disponibilidad de agua y la calidad con la que se cuente ahora y en el futuro inmediato y a largo plazo, son la base para poder diseñar los programas de seguridad alimentaria.

En los municipios de Actopan, Alvarado y Jamapa (Veracruz) están siendo afectadas por una seguridad hídrica deficiente, ya que a pesar que el estado de Veracruz es una de las cinco entidades con mayores caudales cuenta con menor porcentaje de población con acceso al agua entubada (Márquez y Ortega, 2017), es por eso importante el análisis de estas muestras de agua desde sus características fisicoquímicas, microbiológicas y por supuesto las sensoriales que corresponden a

este trabajo de investigación, para así asegurar un abastecimiento de agua a un largo plazo.

El agua proveniente del estado de Veracruz fue sometida a varias pruebas físicas, químicas y microbiológicas con la finalidad de determinar si cumplían con las especificaciones establecidas para el consumo humano y que se establecen en la NOM-127-SSA1-2021, *Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. Después de realizar las pruebas necesarias para determinar si el agua cumplía con la calidad para el consumo humano se les aplicó un tratamiento de luz UV durante un periodo de 8 días a exposición constante para garantizar la inocuidad de las muestras. Estos análisis se realizaron en el Instituto Tecnológico de Veracruz ya que esto es parte del proyecto “*Medidas integrales de adaptación al cambio climático para la seguridad alimentaria en la costa central del Golfo de México*” con clave CONACYT 317526 que coordina el Dr. Luis Alberto Peralta Peláez, o que corresponde a este proyecto de tesis es el desarrollo del perfil sensorial del agua.

Cabe mencionar que a TODAS LAS MUESTRAS DE AGUA se les realizaron pruebas microbiológicas antes de ser evaluadas y cumplieron con los estándares de la NOM-127-SSA1-2021 y son agua potable, a modo de ejemplo se muestran los resultados de 11 muestras (Tabla 1).

Las muestras de agua de Puente Moreno y Palmas son provenientes de Veracruz y fueron utilizadas como estándares por el grupo de investigación siendo caracterizadas fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente. Esta es la razón por la que nosotros también las utilizamos como estándares.

Los demás resultados de los análisis realizados a las muestras de agua provenientes de pozos del estado de Veracruz no pueden ser mostrados ya que forman parte de una sección diferente a la que corresponde a este trabajo.

Tabla 1. Resultados de pruebas microbiológicas realizadas a 11 muestras de agua provenientes de pozos de comunidades del Estado de Veracruz

Muestra de agua potable NMP/100mL		
UBICACIÓN	Determinación DESPUES de Luz UV	
	Coliformes Totales por NMP	E. Coli
		MNP
Jamapa I	0	0
Jamapa II	0	0
Jamapa III	0	0
Barrancas I	0	0
Barrancas II	0	0
Barrancas III	0	0
Mancha I	0	0
Mancha II	0	0
Mancha III	0	0
Palmas	0	0
Puente Moreno	0	0

2. ANTECEDENTES

2.1 Definición de agua

Según la *Norma Mexicana de agua para uso y consumo humano* (NOM-179-SSA1-2020) define; agua para uso y consumo humano, a toda aquella que no causa efectos nocivos a la salud y que no presenta propiedades objetables o contaminantes en concentraciones fuera de los límites permisibles y que no proviene de fuentes de aguas residuales tratadas.

2.2 Inocuidad potable

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua en México hay 997 plantas de potabilización en funcionamiento de un total de 1,256, es decir, hay 259 (20.6%) que no están en marcha por falta de presupuesto.

La ley en el país exige que el agua potable cumpla con los parámetros de calidad definidos por las normas: *NOM-127-SSA1-1994*, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, y la *NOM-179-SSA1-1998* Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

La garantía de la inocuidad del abastecimiento de agua se basa en la aplicación de múltiples barreras que deben evitar la contaminación del agua o reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. Algunas barreras son:

- La protección de los recursos hídricos.
- La selección y aplicación correcta de un tratamiento de potabilización.
- La gestión de los sistemas de distribución y almacenamiento (tuberías, cisternas, tinacos) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. (IDEA FSI Newsletter, 2022)

Para proteger la salud pública se necesita que el agua sea adecuada para el consumo humano y por ende es necesario tratarla apropiadamente por un proceso de potabilización al que se somete el agua, definiendo potabilización como el conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento públicos o privados, a fin de hacerla apta para uso y consumo humano según la *NOM-127-SSA1-1994* y para llevarlo a cabo existen diferentes tecnologías.

Los tratamientos más comunes para potabilizar el agua son los siguientes:

- Precipitación de impurezas con floculantes o coagulantes.
- Filtración con carbón activado.
- Ósmosis inversa.

Y en el caso de los tratamientos de desinfección:

- Cloro.
- Ozono.
- UV (ultravioleta).

(IDEA FSI Newsletter, 2022)

Los procesos de potabilización más utilizados en México (Tabla 2) son ósmosis inversa y clarificación convencional. El 82.7% del caudal potabilizado proviene de los procesos de clarificación convencional y 13.9% es por filtración directa. El 95% de los procesos de potabilización en el país es por estos métodos.

Para suministrar agua de calidad a la población nacional y evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales, durante el año 2021 la Conagua, en coordinación con los gobiernos estatales, promovió inversiones mediante la mezcla de recursos y logró concertar Acciones de Desinfección del Agua (ADA) con 26 entidades federativas, suministrando a la población agua de calidad que previno padecimientos de origen hídrico; asimismo, se continuó fomentando la higiene personal como el lavado de manos en apoyo a la prevención del contagio del Coronavirus 19 (SARS-CoV-2)

Tabla 2. Plantas potabilizadoras municipales en operación por tipo de proceso.

Fuente: CONAGUA, 2021.

PROCESO	PLANTAS		CAPACIDAD INSTALADA		CAUDAL POTABILIZADO	
	No.	%	L/s	%	L/s	%
Ablandamiento	8	0.8	468.1	0.3	284.6	0.3
Adsorción	8	0.8	66.6	0.05	66.6	0.1
Clarificación Convencional	377	38.3	119,420	80.8	91,916.8	82.7
Clarificación de Patente	25	2.5	860	0.6	293.4	0.3
Filtración Directa	110	11.2	22,342	15.1	15,462.3	13.9
Filtración Lenta	7	0.7	556.1	0.4	168.7	0.2
Filtro de Carbón Activado	32	3.3	17.4	0.01	13.2	0.01
Ósmosis Inversa	393	39.9	2,790.7	1.9	1,845.9	1.7
Otro (desoladoras principalmente)	22	2.2	576.2	0.4	399	0.4
Remoción de Hierro-Manganeso	2	0.2	670	0.5	670	0.6
Total Nacional	984	100	147,767.2	100	111,120.6	100

La desinfección del agua consiste en la destrucción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua, mediante procesos físicos, químicos o la combinación de ambos. En México, generalmente para la desinfección del agua para uso y consumo humano, se emplean reactivos a base de cloro, que además de destruir los patógenos presentes, tienen la propiedad de dejar un efecto residual medido como cloro libre, que permite proteger de la recontaminación dentro de la red de distribución (CONAGUA, 2022).

2.3 Agua en Veracruz

En México en las comunidades rurales siete de cada 10 niños desayunan con refrescos (Delgado, 2019). Esto puede deberse a factores como escasez de agua potable en sus comunidades y/o desconfianza en que sea apta para consumir.

En el país hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua como en las zonas centro y norte del país que son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: los estados norteños, (Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas) reciben apenas el 9% del agua renovable al año (INEGI, 2019).

En el caso de las entidades del sur-sureste: Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco: es lo contrario, éstas reciben más de la mitad del agua renovable al año (67.2%), no obstante, sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda (INEGI, 2019).

Veracruz es la entidad con mayores localidades rurales; cuenta con 19,845 localidades (INEGI, 2020), de las cuales 19,500 son rurales, es decir, tienen menos de 2 500 habitantes.

Estas localidades con menos de 2 500 habitantes, 23.9 millones de habitantes cuentan con servicio de agua potable, el 89.1% de la población y 2.9 millones de habitantes carecen del mismo (Conagua, 2021).

La problemática del agua en el Estado de Veracruz cada día es más alarmante: la contaminación de los cuerpos de agua de las cuencas hidrológicas, por las descargas de aguas residuales de uso municipal, industrial y agropecuario, la falta o falla en la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, su baja eficiencia y la mínima cantidad de agua que es tratada (Esparza et. al, 2018).

El cambio climático es una presión no solo para la sociedad mexicana sino para todo el mundo ya que estos cambios están siendo cada vez más acelerados con cambios de temperatura drásticos que afectan a la producción de alimentos y la escasez de agua. La CAEV (Comisión del Agua del Estado de Veracruz) dice que se tiene que enfrentar la falta de recursos para realizar el transporte de agua desde los acuíferos hasta las grandes, medianas y pequeñas poblaciones es por eso que se buscan la implementación de estrategias que permitan atender a la población afectada por el estiaje, huracanes y lluvias atípicas, apoyando con distribución de agua con pipas y plantas potabilizadoras portátiles.

Actualmente el estado de Veracruz presenta coberturas de agua potable y alcantarillado por debajo de la media nacional. Para el país, la media de agua potable es de 96.1 % y la de alcantarillado es de 95.2% (Conagua, 2021). En el mismo periodo, Veracruz registró 91.3 % de cobertura de agua potable y 90.5% de alcantarillado.

La cobertura de agua potable en las zonas urbanas (localidades con más de 2 500 habitantes) como lo son las comunidades de los municipios Actopan, Alvarado y Jamapa es de 98%, es decir, 96.6 millones de habitantes cuentan con el servicio y 1.9 millones de personas carecen de él (Conagua, 2021).

2.4 Agua embotellada

El agua es un recurso no renovable, indispensable para poder vivir; el ser humano consume agua envasada como elemento para su hidratación; para el correcto uso humano el agua debe satisfacer en cantidad y calidad (Quizhpe, 2019).

La preferencia que tiene el ser humano por el agua embotellada se focaliza en la presente desconfianza latente sobre la calidad del agua entubada por ende esto ha ocasionado el crecimiento excesivo del mercado de agua embotellada. Desde otro punto de vista, a partir de que se reconoció constitucionalmente el derecho humano al agua en el año 2012, la mala calidad del agua a la que accede una población determinada se puede denunciar como una violación a este derecho.

En México hubo dos parteaguas que llevaron a su población a consumir más agua embotellada: la primera fue el terremoto de 1985 en la capital del país, que dejó en mal estado el suministro de agua potable; y la segunda fue una epidemia de cólera en 1991 (Fortune, 2019).

México ocupa el primer lugar de su consumo de agua embotellada per cápita que es de 254.3 litros al año (Fortune, 2019) por lo que es sorprendente este consumo exponencial de agua embotellada ya que México es uno de los países con mayor inseguridad hídrica en el mundo y de acuerdo con Pacheco (2015) el suministro suficiente de agua potable para consumo humano se encuentra en riesgo severo

debido al cambio climático, y a la escasa intervención de organismos gubernamentales, lo cual genera la existente crisis de inseguridad hídrica.

Hay lugares dentro del país donde difícilmente llega agua potable, pero hay agua embotellada y refresco, que pueden llegar a costar casi lo mismo. Entonces, la gente prefiere beber refresco por lo accesible que es el consumo de este producto. (Fortune, 2019) y es por eso que Delgado (2019) también menciona que en las comunidades rurales siete de cada 10 niños desayunan con refrescos.

En una encuesta nacional en Estados Unidos de América (Kolodziej, 2004) de 1,754 usuarios de agua embotellada encontró que el 39% eligió agua embotellada porque sabía mejor, mientras que sólo el 18% dijo que era por seguridad. El agua embotellada es un producto con un alto consumo ya sea por una percepción del sabor que encuentra el ser humano en ella y/o porque de esta manera sienten que es más seguro para su salud.

2.5 Percepción de los consumidores sobre el agua potable

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos (Sancho et. al., 2002).

Aunque muchas personas esperan que su agua potable sea "sin sabor", las aguas potables naturales y procesadas tienen sabores debido a los minerales y compuestos orgánicos en el agua natural, los aporte que puede brindar cualquier paso del procesamiento, transporte del agua y/o envasado y la interacción de estos químicos con la nariz y boca de las personas (Dietrich, 2006).

Los seres humanos realizamos el mismo proceso sensorial con el agua como lo hacemos con otros alimentos ya que observamos, olemos y probamos el agua potable y la evaluamos a través de los sentidos como la vista, olfato y gusto respectivamente y determinamos con esta evaluación la calidad del agua que estamos consumiendo y hacemos un juicio del agua que puede definir si en futuras ocasiones consumiremos esa misma agua.

Las propiedades sensoriales del agua son una combinación de su contenido químico y las respuestas de los sentidos. Las preferencias personales por el agua potable se basan en factores psicológicos como lo son la experiencia personal, la memoria y los estímulos externos, pero también en factores fisiológicos como lo son los factores físicos del cuerpo, salud y factores externos como la humedad, la temperatura, etc. (Dietrich, 2006).



Figura 1. Los consumidores usan sus sentidos y opiniones personales para evaluar el agua potable, cuya calidad está determinada por la fuente del agua, el tratamiento y la distribución de acuerdo con las normas regulatorias (Dietrich 2006).

Existe un artículo sobre la percepción pública sobre el agua potable en Canadá (Jones et. al., 2006) pero específicamente en la ciudad de Hamilton en Ontario donde en mayo de 2004 se realizó una encuesta a 246 residencias con suministros de agua privados. Las preguntas iban enfocadas a las percepciones de la calidad del agua y fuentes alternativas de agua.

Obtuvieron como resultado que los pozos privados, las cisternas o ambos eran la fuente de agua en las casas para el 71%, 16% y 13% de los encuestados respectivamente. Las personas que participaron en el estudio determinaron como muy buena la calidad del agua, pero el 80 % también tenía preocupaciones sobre su seguridad.

Dentro de las preocupaciones que más se repetían era sobre la contaminación microbiológica y química de su suministro de agua y un posible efecto negativo sobre su salud y aproximadamente el 56% de los encuestados usaban algún tipo de filtro para el consumo de agua en sus casas y el 61% usaba agua embotellada dentro de sus casas, esto principalmente se debe a que sienten más seguridad en el consumo y encuentran cualidades sensoriales superiores en comparación con el agua de la llave.

Es por eso que la percepción que tenga el consumidor sobre el agua potable definirá en qué tipo de presentación les será más aceptable el consumo de agua y la preferencia que puede generar a largo plazo.

2.6 Evaluación Sensorial

El Instituto de Alimentos de EE. UU. (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Shultz, 1971)

La evaluación sensorial es una ciencia y presta atención a la precisión, exactitud y reproducibilidad de sus metodologías. Por ello, para el diseño efectivo de las pruebas y para proporcionar una interpretación perspicaz de los resultados, los profesionales de la Evaluación Sensorial deben tener presentes las posibles interacciones como los fenómenos de supresión o enmascaramiento de estímulos y adaptación (Lawless y Haymann 2010).

2.6.1 Panel Sensorial

Según la ISO 5492:2008 un panel o grupo de jueces lo define como un grupo de evaluadores que participan en un ensayo sensorial.

Existen tres tipos de evaluadores o jueces que son el “evaluador seleccionado o catador”, el “experto” y el “evaluador sensorial experto o catador experto” que este último tiene una verificada sensibilidad sensorial y con un entrenamiento demostrado y una experiencia en pruebas sensoriales (ISO 5492: 2008).

2.6.2 Pruebas Sensoriales

2.6.2.1 Pruebas Analíticas: Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente. (Espinosa, 2007). Estas a la vez se dividen en dos grupos que se muestran a continuación:

- Discriminatorias: Este tipo de prueba permite la comparación de dos o más muestras y también apreciar el tamaño de la diferencia. Por lo general son sencillas de realizar y son de gran utilidad.
- Descriptivas: Son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos. (Espinosa, 2007).

En los últimos años la investigación sensorial se ha centrado en el desarrollo, validación y comparación de métodos para describir las diferencias y similitudes entre muestras por evaluadores no entrenados. Los métodos rápidos de descripción son alternativas para obtener información general de las características sensoriales de un producto de forma rápida además la evaluación de productos puede realizarse con evaluadores entrenados o semi entrenados y consumidores (Elortondo y Moya, 2022). Se clasifican de la siguiente manera:

- Métodos basados en la evaluación por atributos: Perfil Flash (*Flash Profile*, FP), Perfil de Libre Elección (Free Choice Profiling, FCP), y Marque Todo Lo Que Corresponda (Check All That Apply, CATA),
- Métodos basados en la evaluación de similitudes y diferencias generales entre productos: Clasificación (*Sorting*) y el Mapa proyectivo (*Projective Mapping*).
- Métodos basados en la comparación de referencias: Posicionamiento Sensorial Polarizado (*Polarized Sensory Positioning*, PSP).

- Métodos basados en la descripción libre de productos: Preguntas abiertas. Consiste en preguntar al participante por su opinión espontánea del producto (Elortondo y Moya, 2022).

2.6.2.2 Pruebas Afectivas: Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas (Espinosa, 2007), llamados consumidores. En este tipo de prueba lo que se busca es tener resultados sobre la aceptación, rechazo o el nivel de agrado tiene un producto.

A continuación, se muestra un diagrama con una clasificación más clara y extensa de los métodos para la evaluación sensorial:



Figura 2. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial (Severiano, 2019).

2.6.3 Reclutamiento del panel

La guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos (ISO 8586:2012) nos habla que para la formación de un panel de evaluación sensorial es necesario realizar un reclutamiento y realizarse tres preguntas:

- ¿Dónde se deberían de buscar a las personas que formarán parte del panel sensorial?
- ¿Cuántas personas es necesario seleccionar?
- ¿Cómo se seleccionarán a estas personas?

2.6.4 Selección de jueces

En la ISO 8586: 2012 (Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos) explica que el objetivo es tener un panel seleccionado lo más homogéneo posible y tenga una cantidad alta de los factores deseables como son la disponibilidad de horario, edad y condición de salud, hábitos personales y de consumo, capacidad sensorial discriminante, umbrales de percepción e identificación, aptitud para comunicar y describir, capacidad de desarrollo de memoria sensorial y factores psicológicos

La realización de la selección de jueces se debe desarrollar con las condiciones de iluminación, temperatura y humedad que requieren en los espacios destinados a cata y siempre se debe tomar las recomendaciones dadas en la norma ISO 8589: 2007 (Guía general para el diseño de salas de cata).

2.6.5 Entrenamiento del panel sensorial

En esta etapa lo que se busca es que los panelistas conozcan el análisis sensorial utilizado y que ellos puedan desarrollar la suficiente capacidad para describir, discriminar y detectar los atributos sensoriales de una muestra.

El período de tiempo y el número de sesiones de trabajo depende del comportamiento que se vaya obteniendo con el equipo y se tiene que recordar que los panelistas son seres humanos por lo que todo el entrenamiento puede resultar ineficaz sino se tienen en cuenta las posibles variaciones fisiológicas, psicológicas que puede afectar a los miembros del panel y sino se mantiene tanto del interés individual como el ánimo colectivo de todo el panel (Espinosa, 2007).

2.6.6 Desempeño del panel

Es de vital importancia monitorear el avance que lleva el panel de evaluación sensorial para la obtención de reproducibilidad, repetibilidad, discriminación y homogeneidad de las evaluaciones. La recomendación principal de la ISO 8586:2014 es la utilización de la desviación estándar y el análisis de varianza, con un α de 0.05 y también el uso de un ACP (Análisis de componentes principales).

También se puede realizar la evaluación del desempeño del panel a través de evaluaciones individuales donde se les puede indicar la media del grupo, coeficientes de variación individuales y/o grupales para cada atributo y diagramas de caja donde se señalan máximos, mínimos y datos atípicos (Tomic et. al., 2007)

2.6.7 Diseño de la sala para la evaluación sensorial

De acuerdo con la ISO 8589:2007 (Guía general para el diseño de salas de cata) las salas donde se desarrollen la evaluación sensorial necesitan de requisitos mínimos para poder llevarlas a cabo de manera efectiva y son las siguientes:

- Área de cata con cabinas para poder evaluar individualmente o en grupo.
- Área de preparación de muestras.
- Oficina.
- Vestuario y lavabos.
- Almacén de material.
- Almacén de muestras.
- Sala de espera para los evaluadores.

Es muy importante que en el área de cata se mantenga un ambiente de ruido mínimo para de manera evitar distracciones en los jueces también esta área debe estar libre de olores es decir se debe mantener lo más neutro posible mientras se realicen las evaluaciones sensoriales, la decoración del lugar es de igual manera importante en paredes y mobiliario ya que se necesitan colores neutros para que no se pueda modificar el color de las muestras. La iluminación del área de cata debe ser uniforme, sin sombras intensas y controlables (ISO 8589:2007) pero de igual forma se debe contar con otro tipo de iluminación en el caso que en una evaluación sea necesario disfrazar algún atributo presente en una muestra.

En el caso de necesitar un área de trabajo para realizarse en equipo la ISO 8589:2007 también menciona algunos requisitos mínimos para poder desarrollar esta actividad como los son:

- Área suficientemente grande para tener mesa y sillas cómodas para realizar una evaluación grupal.
- Material destinado para los formularios ya sea en papel o terminales de cómputo.

En el caso del área para la preparación de muestras su ubicación debe estar de manera que los jueces no pasen y no tengan contacto en esta área es decir que este laboratorio o cocina debe tener una buena ventilación para la eliminación de olores extraños.

2. 7 Métodos convencionales

La evaluación sensorial basa sus principios científicos en la fisiología, psicología, psicofísica y estadística. Busca estudiar las propiedades de los alimentos u otros materiales percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Existen dos grandes grupos en que se dividen los métodos sensoriales y son los métodos analíticos y los métodos afectivos.

En el caso de los métodos convencionales pertenecen al grupo de los métodos analíticos ya que estas metodologías estudian los límites en que son percibidas las muestras, si existen diferencias sensorialmente perceptibles entre ellas, las características de las muestras y la intensidad en las que se presentan, entre otras. Para realizarlas se necesitan jueces entrenados y el nivel de entrenamiento dependerá del tipo de prueba a realizar y del alimento a evaluar. (Severiano, 2019).

En esta metodología, todas las etapas de la prueba sensorial, desde el reclutamiento de voluntarios hasta el análisis de datos, deben realizarse de acuerdo con las recomendaciones de los métodos descriptivos de la literatura. Las metodologías que pueden ser utilizadas son Dairou y Sieffermann (2002), Delarue y Sieffermann (2004), Blancher et al. (2007), Sinesio et al. (2010) y Silva et al. (2012).

Según Murray, Delahunty y Baxter (2001), el análisis sensorial descriptivo de los alimentos se presenta como el más completo, flexible y útil entre los métodos sensoriales ya que proporciona información más detallada sobre todos los atributos que componen a la muestra que se esté evaluando.

El método convencional ocupa un tiempo prolongado para su realización y necesita de jueces entrenados para que exista una repetibilidad los resultados, el vocabulario que se obtenga sea coherente, que las escalas de intensidad se manejen con congruencia y que exista una capacidad para discriminar las muestras.

Los jueces también deben estar entrenados para usar un conjunto de referencias común, que ilustra y define los atributos y también anclar su intensidad (Meilgaard et. al., 2006).

En la metodología convencional, los jueces se reclutan generalmente con base en criterios como disponibilidad, salud, ausencia de alergias, evaluación de la personalidad, creatividad verbal, concentración, motivación, no fumar, hábitos alimentarios, experiencia previa, no uso de prótesis dental y no medicamentos que puede afectar el análisis. Luego de ser reclutados, estos jueces son preseleccionados con base en la capacidad discriminatoria del producto (Murray et. al., 2001; Piedra y Sidel, 2004).

Para la aplicación del método convencional también se ocupó la ISO 13299:2016 como una guía general para establecer un perfil sensorial donde se tendrán que seguir los pasos establecidos en esta:

1. Selección de productos para el entrenamiento.
2. Selección de los jueces. Aplicando las pruebas necesarias para determinar la habilidad de detectar una propiedad sensorial o de diferenciar entre dos muestras lógicamente, de la misma manera como detectar cuáles personas padecen de alguna enfermedad o defecto que puede llegar a afectar al sentido o a los sentidos involucrados en la evaluación. información personal y también la disponibilidad.
3. Elección de atributos. Utilizando una terminología ya existente o definiendo nueva junto con los panelistas.

4. Determinación del orden de evaluación de los atributos. Para realizar esta determinación se considera el tipo de muestra a evaluar, siendo el orden de evaluación más común: aspecto, olor, textura o flavour (dependiendo de la naturaleza de las muestras) y resabio.
5. Selección de una escala de respuesta adecuada.
6. Entrenamiento de los jueces.
7. Realización de hojas para desarrollar la evaluación. Indicando el correcto uso de las escalas y atributos a utilizar, así como un espacio para notas de los jueces.
8. Evaluación de las muestras.
9. Interpretación estadística. Para analizar el desarrollo del panel, así como localizar y corregir errores, eliminando valores distintos e identificando tendencias que sean de utilidad para el estudio.
10. Informe del estudio.

2.8 Evaluación Sensorial del Agua

Resulta un poco complicado la realización de una evaluación sensorial de agua debido a la baja intensidad de sus notas de sabor, olor, textura, lo que dificulta su poca percepción que se puede encontrar en su sabor, olor, textura y las dificultades para entrenar a un panel sensorial en este producto puede ser la razón por lo que existen muy pocos trabajos sensoriales de agua.

Dentro de las evaluaciones sensoriales de agua, existe un trabajo donde ocuparon el método de análisis de perfil de sabor (FPA) (Suffet, et. al.,2004) para desarrollar los descriptores de olor en agua que fueron colocados en una rueda para un mejor entendimiento de ellos. Se evaluaron las capacidades y deficiencias del método FPA para la evaluación de olores mediante paneles de sabor y olor. Se encontró que los compuestos de sabor y olor no deseados en agua pueden originar en numerosos lugares, incluidas algunas fuentes de contaminación cruzada, metabolitos microbianos, productos químicos que pueden ser empleados durante el tratamiento y los productos químicos utilizados en el sistema de distribución.

Estos deben definirse y controlar para poder minimizar los problemas en el sabor y olor no deseados en el agua y así es como también en el trabajo se menciona que el FPA se puede utilizar para la detección temprana de compuestos de sabor y olor al

monitorearlos en el agua y para determinar cuantitativamente qué niveles de un agente externo específico puede llegar a provocar quejas de los consumidores.

En otro estudio se desarrolló un vocabulario para la Evaluación Sensorial de agua tratada envasada, participaron cuatro jueces entrenados de la Universidad de Caldas, Colombia. Estos fueron seleccionados con base en sus habilidades en la percepción y descripción de atributos sensoriales y en su experiencia en el análisis descriptivo y el uso de escalas de respuesta (2 años). Los jueces fueron entrenados en dos sesiones de reconocimiento y descripción de defectos y atributos, a través de la evaluación de diferentes muestras de agua tratada envasada (Vargas y Castro, 2012). Se evaluaron 8 descriptores de olor (cloro, tierra, huevo, humo, madera, plástico, medicinal y pescado) y 8 descriptores de sabor (cloro, bicarbonato, metálico, tierra, astringente, huevo, plástico y amargo), encontrándose que la mayoría de estos descriptores se derivan de causas de origen natural, excepto los defectos plástico y medicinal ya que estos se consideran una contaminación química.

También en el estudio mencionado anteriormente se elaboraron tablas que incluyen algunas sustancias de referencia, para ser empleadas como patrón para futuras evaluaciones:

Tabla 3. Sustancias de referencia para la evaluación sensorial de agua tratada envasada. (Vargas y Castro, 2012). Sabor.

Atributo	Definición	Sustancia de referencia
Cloro	Sensación del sabor al agua clorada.	Agua almacenada con una apreciable nota a cloro.
Metálico	Sensación del sabor a metal.	Sulfato ferroso.
Tierra	Sensación del sabor a agua de río.	Agua almacenada
Astringente	Sensación mixta percibida en la lengua entre la sequedad intensa y el amargor.	Sulfato ferroso.
Huevo	Sensación del sabor a huevo cocido.	Huevo cocido.
Amargo	Sabor amargo.	Quinina.

Tabla 4. Sustancias de referencia para la evaluación sensorial de agua tratada envasada.
(Vargas y Castro, 2012) Olor.

Atributo	Definición	Sustancia de referencia
Cloro	Olor relacionado con el cloro libre	Solución de Hipoclorito de sodio al 5%.
Tierra	Olor relacionado con tierra húmeda	Tierra húmeda. Geosmina.
Huevo	Olor relacionado con el huevo cocido	Huevo cocido. Isopropil Mercaptano.
Humo	Olor relacionado con el humo	Humo líquido
Madera	Olor relacionado con madera cortada	Trozos de madera húmeda.
Medicinal	Olor relacionado con medicamentos	Acetaldehído
Pescado	Olor relacionado con el pescado crudo	Pescado crudo fresco. n-hexanal. n-heptanal.

En un estudio realizado en la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo realizaron formación de un panel sensorial para la evaluación de agua potable y de esta manera demostrar la eficiencia de la evaluación sensorial. La investigación fue realizada en dos Sistemas de Producción que abastecen parte de la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP), ambos propiedad y operados por la Empresa de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo (SABESP). Utilizaron de 4 a 5 panelistas seleccionados y capacitados. A los jueces les presentaron las muestras en matraces erlenmeyer, donde también les pidieron a los jueces que no fumaran ni consumieran alimentos durante al menos media hora antes de las pruebas, así como no utilizaran perfume o colonia y que tampoco se lavaran las manos con jabón antes de la sesión.

Cada panelista realizó su propio análisis de la muestra, luego discutieron las impresiones del grupo y se llegó a un consenso. Para eliminar cualquier duda sobre varios términos descriptivos utilizados por los miembros del grupo, se utilizaron estándares de referencia. (Ferreira et. al., 2006). Los principales olores identificados para las aguas que abastecen a la RMSP son del tipo “tierra”, “mohoso” e “hierba” causados por la presencia de compuestos como la geosmina.

Utilizaron la rueda simplificada de sabor y olor para la evaluación de los análisis sensoriales realizados para agua de suministro. (Mautone et. al., 2004).



Figura 3. Rueda simplificada de sabor y olor para la evaluación de los análisis sensoriales realizados para agua de suministro. (Mautone et. al., 2004).

Y lograron concluir que no solo los métodos analíticos pueden llegar a encontrar deficiencias en la calidad del agua, sino que también un panel sensorial demuestra ser extremadamente eficiente para predecir la aparición y presencia de olores asociados a tierra y moho.

En un trabajo sobre la evaluación sensorial de agua, utilizaron un método que se denomina "Posicionamiento sensorial polarizado" (PSP) y se basa simplemente en la comparación de muestras con estándares de agua (los polos) (Teillet et. al., 2010). En este estudio se considera el PSP como un método lo suficientemente desarrollado porque ofrece perspectivas para el análisis sensorial de muestras de agua. Los autores mencionan que esta metodología proporciona resultados prometedores en última instancia, debería permitir determinar las características sensoriales de un agua determinada y limitar el número de muestras para evaluar ya que se menciona que el perfil sensorial requiere mucho tiempo y es costoso de implementar y pues no

proporcionar una discriminación efectiva de las muestras de agua. Los problemas encontrados pueden deberse a la dificultad de definir referencias para el entrenamiento del panel o al uso de escalas continuas en productos similares a través de un procedimiento no comparativo. (Teillet et. al., 2010).

Los autores seleccionaron 16 jueces en función de su capacidad para identificar y clasificar la intensidad de los sabores y sensaciones en la boca y a los jueces generaron atributos y se les entrenó para puntuarlos en escalas continuas durante 12 sesiones.

Los descriptores que utilizaron durante la experimentación fueron:

- Amargo
- Dureza de agua
- Rancio
- Metálico
- Retrogusto metálico.
- Salado
- Frío
- Retrogusto largo
- Astringencia
- Sensación de cosquilleo en la garganta.
- Sensación de sequedad en la boca.
- Minerales
- Cloro
- Insípido
- Medicinal
- Dulce
- Agua embotellada

Donde sus resultados sugirieron que cierta cantidad de mineralización predominan ciertos atributos como el sabor amargo y sabor metálico predominan estos atributos para aguas con un bajo contenido mineral, un sabor más neutro y fresco para aguas con un contenido mineral medio y un sabor más salado para aguas con un contenido mineral más alto. El estudio también destaca que más allá del vínculo con el contenido

total de minerales, sería relevante medir la contribución de cada mineral al sabor de las aguas naturales.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVO

3.1 Hipótesis

Las muestras de agua de las comunidades del estado de Veracruz obtenidas de los pozos no presentan diferencias sensoriales significativas y son aptas para el consumo humano.

3.2 Objetivo

Desarrollar el perfil sensorial mediante la metodología convencional, de muestras de agua provenientes de pozos de tres municipios del estado de Veracruz con el objetivo de conocer sus características sensoriales.

4. METODOLOGÍA

4.1 Muestras

Las muestras evaluadas en este trabajo de tesis se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Muestras de agua evaluadas de las comunidades de Veracruz: Las Barrancas, Piñonal y la Mancha.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none">● Bar I● Bar II● Bar III● BAR 1 pozo● Bar 8 Pozo● Bar 4 pozo● Bar 11 Pozo● Bar 3 Pozo (p/Tomar)● Bar 6 GA● Bar 5 pozo● Bar 10 pozo● Bar 8 GA● BAR 6 pozo● Bar 10 E● Bar 2 pozo● Bar 9 pozo

Continuación de la tabla 5. Muestras de agua evaluadas de las comunidades de Veracruz: Las Barrancas, Piñonal y la Mancha.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> ● Jamapa I ● Jamapa II ● Jamapa III ● PIN 8 POZO ● PIN 5 POZO ● PIN 15 POZO ● PIN 17 POZO ● Pin 2 POZO ● PIN 4 GA ● PIN 19 18 ● PIN 4 LLAVE POZO ● PIN 16 POZO ● PIN 9 GA AL ● PIN I AL ● PIN 2 GA BO ● PIN 3 POZO LLAVE ● PIN 13 LLAVE F ● PIN 12 11 GA E ● PIN 6 GA ● PIN 9 (POTABLE) POZO ● PIN 7 LLAVE ● PIN 1 POZO ● PIN 14 13 GA SM ● PIN 2 POZO () ● PIN 6 POZO (LLAVE) ● PIN 1 YALAGUA G ● PIN 4 GA E ● PIN 11 LLAVE POZO ● PIN 10 LLAVE

Continuación de la tabla 5. Muestras de agua evaluadas de las comunidades de Veracruz: Las Barrancas, Piñonal y la Mancha.

COMUNIDAD	MUESTRAS
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> ● Mancha I ● Mancha II ● Mancha III ● LMLR 12 GA I ● LM 11 GA BELLA SIERRA ● LM3 GA ● LM 14 POZO PUEBLO ● LM9 POZO ● LM10 CON FILTRO ● LM10 SIN FILTRO ● LM14 GA T/T ● LMLR 13 POZO ● LM 8 GA HAYAS ● LMLR 13 GA I ● LM 2 LLAVE POZO ● LM 4 GA ● LM 1 ESCUELA

Se evaluaron 61 muestras de agua, 16 muestras provenientes de la comunidad de Las Barrancas, 29 muestras del Piñonal y 16 muestras de la comunidad de La Mancha. También se utilizaron muestras de agua como estándares que fueron: Palmas, Puente Moreno, PIN 5 Purificador Cede, LM10 Sin filtro y LM7.

En la evaluación de agua, se trabajó con un método convencional donde como ya se mencionó anteriormente en este tipo de metodología se ocupa un tiempo prolongado para su realización y se necesita de jueces entrenados. Junto con el desarrollo de esta metodología se aplicó también lo indicado en la ISO 13299:2016.

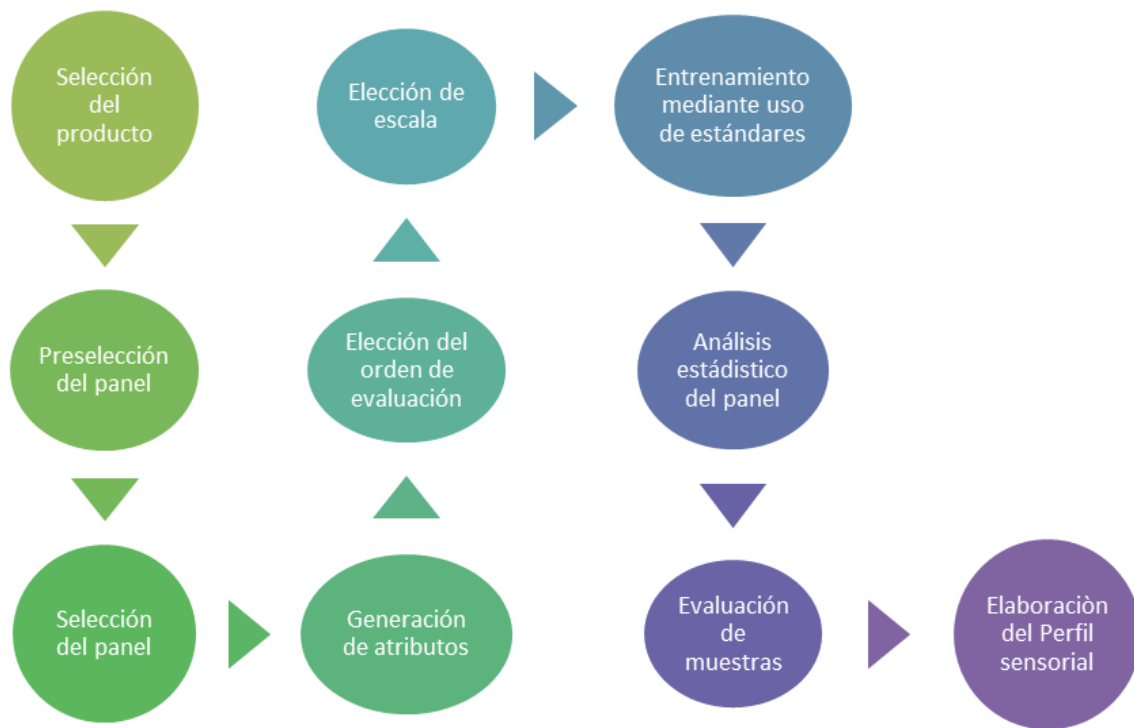


Figura 4. Diagrama de flujo de la evaluación de agua del estado de Veracruz.

Las evaluaciones de las muestras de agua desde la generación de atributos, los perfiles sensoriales para el entrenamiento del panel junto con los estándares para los atributos que se generen, hasta la elaboración del perfil sensorial final se realizaron en el programa estadístico el software FIZZ (BIOSYSTEMES, ver. 2.30c, Courtenon, Francia) que permitió la realización de cuestionarios para cada una de las pruebas y cada paso de la metodología la cual se explica a continuación:

4.2 Preselección de Jueces

La preselección del panel de evaluación sensorial se realizó con base en lo que establece la norma ISO 8586:2012 (Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos) que precisamente brinda una guía general para estas primeras etapas para la formación del panel sensorial.

En la ISO 8586:2012 se señalan que existen dos tipos de reclutamiento, uno es el interno donde se reclutan candidatos pertenecientes al mismo espacio de trabajo y la ISO 8586:2012 nos dice que estas personas no deben estar ligadas directamente con los productos o proyectos a realizar ya que podrían alterar los resultados. El otro tipo de reclutamiento es el externo en el que se buscan personas que no pertenezcan a la entidad de trabajo y se pueden buscar por varios medios como por teléfono, periódico y en la actualidad también por redes sociales.

En el caso de esta investigación se trabajó con candidatos que pertenecen a la comunidad de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta etapa se realizaron cuestionarios de su disponibilidad de tiempo, hábitos y enfermedades como el COVID-19 o alguna enfermedad que pudiera llegar a afectar los sentidos.

4.3 Selección de Jueces

En la selección de jueces la elección de las pruebas va de la mano con el objetivo de tener un panel con capacidad de poder evaluar cualquier tipo de muestra y la ISO 8586:2012 las divide en tres categorías:

- a) Las que tienen como objetivo detectar incapacidad de completar las pruebas de selección por factores como falta de concentración;
- b) Las que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial;
- c) Las que tienen como objetivo evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.

Para seleccionar a los mejores candidatos se tiene que tener en cuenta su potencial y llevar a cabo pruebas mencionadas en la norma ISO 8586:2012 dentro de ellas las realizadas en este trabajo son:

- Prueba de umbral de gustos básicos.
- Prueba discriminativa triangular.
- Prueba de identificación de olores.
- Prueba de umbral de olores.

Las pruebas mencionadas anteriormente fueron ejecutadas durante la selección de los jueces a excepción de la prueba de umbral de olores, pero se realizó una prueba de definición de alimentos que nos brindan la capacidad de cada persona para definir alimentos hasta las sensaciones que este puede provocar.

4.3.1 Pruebas para la selección del panel de evaluación sensorial

Se realizó la prueba de umbral de los gustos dulce, ácido, amargo y salado. Se utilizó sacarosa para el gusto dulce, ácido cítrico para gusto ácido, cafeína para gusto amargo y cloruro de sodio para el gusto salado.

Después de las pruebas de umbral, se realizaron cuatro pruebas triangulares con pan de caja, refrescos de cola, jugos de naranja y salchichas tipo Viena, para el cálculo se utilizó una χ^2 con $\alpha = 5\%$ como se muestra en la figura 5.

$$\chi^2 = \frac{(|x - np| - 0.5)^2}{(np)(1 - p)}$$

Figura 5. Cálculo de χ^2 donde: x: número de aciertos, n: número de réplicas y p: probabilidad de aciertos al azar (1/3) (Severiano et. al., 2016).

La prueba de descripción de alimentos se ejecutó a través de cuestionarios donde los participantes tenían que demostrar su capacidad para describir lo siguiente:

- 1) ¿Qué productos tienen un olor herbal?
- 2) ¿Qué productos tienen un olor cocido?
- 3) ¿Qué productos tienen un sabor amargo?
- 4) ¿Qué productos tienen un olor de limpio y fresco?
- 5) ¿Cómo describiría la diferencia entre crudo y cocido?
- 6) ¿Cuáles son los olores característicos de un invernadero o herbario?
- 7) ¿Cómo describirías el olor a nixtamal?
- 8) ¿Cómo describirías el sabor a maíz?
- 9) ¿Qué productos tienen un color verde olivo?

- 10) ¿Qué productos tienen un color verde botella?
- 11) ¿Qué productos tienen una textura crujiente?
- 12) Describe las propiedades de textura de una hoja de lechuga fresca.
- 13) Describe las propiedades de textura de hojas de verdolagas cocidas al vapor.
- 14) Describe las propiedades de textura de hojas de orégano o laurel secas.
- 15) ¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y aroma?
- 16) ¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y textura?
- 17) ¿Cómo describirías el sabor de una planta comestible?
- 18) ¿Cómo definirías el sabor a cocido?
- 19) ¿Cómo definirías el sabor ácido?
- 20) ¿Cómo definirías el sabor ácido láctico?

Los participantes con mayor capacidad de descripción fueron los que se encontraban en el promedio o arriba de él en el número de palabras descritas.

La última prueba realizada para la selección de los jueces fue de capacidad olfativa, donde se les presentaron cuatro baterías de olores en cuatro días diferentes. Las cuales se muestran a continuación:

- Batería 1: Rosas, limón, canela, naranja, chocolate abuelita, piña, guayaba, lavanda, galletas, clavo.
- Batería 2: Choco amargo, humo, nardo, chile, frutos rojos, café, cebolla, madera, leche, manzana.
- Batería 3: Avellana, cereza, mango, nuez, fresa, agave, arándano, vainilla, uva, lichi.
- Batería 4: Mantequilla, orégano, albahaca, durazno, nota verde, anís, mandarina, hierbabuena, jazmín, herbal-romero.

Después de que los participantes realizarán esta prueba se obtuvo el porcentaje de reconocimiento de olores que tuvo cada uno de ellos y seleccionar a los que se encontraban en el promedio o mayor a este. En esta prueba se utilizan tubos de la marca Pyrex cubiertos con papel aluminio y por dentro tienen una tira de papel filtro que contiene el olor a evaluar.

4.4 Especificaciones para realizar la evaluación sensorial de agua

Para la evaluación sensorial del agua las muestras fueron evaluadas a temperatura ambiente, es por eso, que se le tomo la temperatura al agua antes de entregarlas a los jueces para que de esta forma la temperatura no afecte la percepción sensorial, las muestras se evaluaron en un rango de temperatura de 22-24°C. Los jueces evaluaron 20 ml por muestra que fueron medidos con bureta, las buretas utilizadas durante el estudio fueron exclusivas para las muestras de agua y se realizaba su lavado con agua purificada y jabón neutro. Las muestras de agua fueron presentadas a los panelistas en vasos de vidrio transparentes para no generar algún cambio en la apariencia de las muestras (Ferreira et al, 2006). El lavado de los vasos de vidrio fue con agua purificada, jabón neutro y sin utilizar esponja para tallarlos.



Figura 6. Presentación de las muestras a los panelistas.



Figura 7. Muestras de agua provenientes del estado de Veracruz Fotografía de autoría propia.

Durante las sesiones a los jueces se les dieron 2 muestras de agua para que realizaran la evaluación y entre muestras tuvieron que esperar 3 minutos para que así pudieran restaurar el paladar y no se encuentren saturados para evaluar la segunda muestra. Para controlar el tiempo de espera, el cuestionario está diseñado para no avanzar a la siguiente muestra en este tiempo. Es importante decir que no se les da galleta ni agua para enjuagarse entre muestras ya que el agua es la muestra en estudio. También se les pide a los panelistas que no coman y no beban nada al menos una hora antes de realizar las evaluaciones, para evitar que puedan enmascarar atributos o percibir menos o más intensidad algún atributo.

4.5 Generación de atributos

En la etapa de generación de atributos se comenzó evaluando tres marcas de agua comercial embotellada que fueron Bonafont®, Ciel®, Epura® y dos marcas de agua mineral que fueron Peñafiel® y Topochico® para generar descriptores y que los jueces se familiarizaron con la evaluación sensorial del producto. En el cuestionario

de FIZZ se les pidieron atributos de apariencia, olor, sabor, textura y resabio. Después de este acercamiento que tuvieron los jueces con este tipo de muestras se comenzaron a generar atributos de once muestras de agua provenientes del estado de Veracruz donde también se les pidieron atributos de apariencia, olor, sabor, textura y resabio. Teniendo todos estos atributos generados, se evaluó la frecuencia de mención de cada uno en las muestras incluyendo las muestras comerciales de agua y las muestras comerciales de agua mineral.

4.6 Elección de atributos

Se realizó una búsqueda de los descriptores que se encontraban en todas las muestras de agua de Veracruz y se encontraron 5 descriptores de aspecto, 19 de olor, 14 de sabor, 2 de textura y 3 de resabio y con estos descriptores ya seleccionados se comenzó con el entrenamiento de los jueces.

4.7 Selección de la escala

Para la realización de los perfiles, se utilizó una escala de intensidad que fue de 0 a 9, donde 0 es la ausencia del atributo y 9 es la mayor intensidad en la que se detecta el atributo.

4.8 Entrenamiento

El comienzo de la etapa de entrenamiento del panel inició con la presentación de 9 estándares de olor por día:

- Día 1: Dulce, humedad, nota verde, cloro, fresco, tierra mojada, salado, amargo, mineral.
- Día 2: Ácido, pasto, canela, huevo, medicinal, pescado, humo, madera, herbal.

Con la finalidad de no saturarlos y que ellos pudieran identificarlos, relacionarlos con recuerdos y de esta manera crear una memoria sensorial con ellos, es por eso por lo que fue importante proporcionarles hojas donde ellos anotaron todo lo relacionado con cada uno de los atributos de olor y de esta manera se realizó con los 16 atributos de sabor y 2 de textura. Después de que los panelistas tuvieron este acercamiento

con los estándares a utilizar, se comenzó evaluando todos los atributos empleando para ello, el cuestionario en FIZZ en muestras comerciales para después hacerlo con las muestras de agua del estado de Veracruz.

Las evaluaciones se tienen que realizar junto con los estándares es decir el juez primero tiene que evaluar el estándar y después de la muestra pero estos estándares no se pueden dar todos en una misma sesión así que fue necesario dividir los días de evaluación, de tal manera que, todos los atributos y estándares puedan ser evaluados con la finalidad de no encontrar en algún punto diferencia significativa entre los jueces y esto se logrará con la ayuda de los estándares, ya que tienen la función de referencia y tienen un valor en la escala para poder comparar su intensidad con cada una de las muestras. Después de evaluar muestras con estándares es necesario realizar evaluaciones sin estándares para poder evaluar el desempeño del panel y poder ver con que jueces es necesario trabajar individualmente o qué atributos ya no registran diferencias significativas en la evaluación de los jueces.

4.9 Evaluación del desempeño del panel

En el caso de la evaluación del avance del panel se realizó con un análisis estadístico que proporcionan gráficas de componentes principales que indican la variabilidad que existe entre los datos de los jueces junto con los atributos de las muestras y también obtenemos diagramas de clúster que nos muestran que jueces están evaluando más consistente y cuáles no. También se realizaron ANOVAS a dos vías para determinar en qué atributos aún había diferencia significativa entre los jueces.

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica exploratoria multivariada que se usa a menudo como el primer paso del análisis de datos (Sipos et. al., 2012).

4.10 Evaluación de muestras y de los jueces

También se evaluó las muestras y a los jueces con un análisis estadístico que se realizó en un programa llamado XLSTAT software estadístico Excel que nos apoya en la realización de ANOVAS a dos vías y con un 95% de confianza para cada descriptor que se obtenga y así poder identificar en que descriptor ya no encontramos

diferencias significativas entre jueces para así tener evaluaciones consistentes de las muestras de agua y poder generar el perfil sensorial de agua.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realiza con una técnica estadística llamada Análisis de Varianza (ANOVA) que se basa en el principio de la t de Student que permite ver si existe diferencia significativa entre la media de las calificaciones asignadas a más de dos muestras. (Pedrero y Pangborn, 1989). Utilizaremos un nivel a dos vías donde esta nos permite explicar la diferencia entre dos variables de estudio como lo son las muestras y la evaluación de los jueces.

El análisis de varianza es el tratamiento estadístico más empleado en el análisis descriptivo y en otras pruebas sensoriales cuando son comparados más de dos productos. Esta es una herramienta muy sensitiva que permite ver si hay variables en el tratamiento o cambios como los producidos en las propiedades sensoriales de los productos (Lawless, 1998). Las ANOVAS se realizaron XLSTAT software estadístico Excel

También se ocupa un Análisis de Componentes Principales (ACP) que es un análisis multivariado y este tipo de análisis puede resumir la mayor parte de la variabilidad existente, en lugar de requerir alrededor de 10 o 20 términos sensoriales para describir un alimento, el análisis de componentes principales reduce este número a 2 o 3 componentes principales que funcionan para diferenciar entre los productos (Pedrero y Pangborn, 1989).

El objetivo principal del ACP es la explicación de la mayor cantidad de la variabilidad de los datos originales como sea posible (Borgognone, et al., 2001)

El análisis de componentes principales es un tipo de análisis multivariado que se basa en la geometría euclidiana y en el álgebra matricial, en la cual se usan mínimos cuadrados ortogonales para determinar el primer eje principal, seguido de ejes subsecuentes de soluciones sucesivas de coordenadas cartesianas de mínimos

cuadrados ortogonales. Al graficar los datos sobre un eje bidimensional, el primer eje (horizontal) representa la máxima variación de la configuración de los datos. El segundo eje (vertical) representa la segunda variación más grande, y así sucesivamente para el tercero y el cuarto, siendo cada uno perpendicular y, por ende, independiente del que le precede (Pedrero y Pangborn, 1989).

6. RESULTADOS

6.1 Pre-selección

Para la creación de un panel de evaluación sensorial se realiza una preselección de candidatos que comienza con la etapa del reclutamiento que es un proceso que busca seleccionar a los candidatos que mejor usen sus sentidos para evaluar muestras en este caso alimentos, para la formación del panel de evaluación sensorial. Un punto importante es la cantidad de personas que serán seleccionadas ya que después de la selección se puede llegar a eliminar hasta la mitad de las personas que habían sido seleccionadas, es por eso que la ISO 8586:2012 nos dice que lo más conveniente es tener al menos 10 jueces por lo que tienen que reclutar aproximadamente entre 20 y 30 personas.

Los candidatos de acuerdo con la ISO 8586:2012 deben cumplir con ciertos requisitos generales como lo son:

- Disponibilidad: Deben estar dispuestos a asistir a las sesiones de entrenamiento como a las evaluaciones posteriores. Las personas que viajan frecuentemente o que tienen una carga de trabajo alta no son apropiadas para el trabajo sensorial.
- Actitudes hacia los alimentos: Se debe conocer la aversión que se tenga a ciertos alimentos y bebidas junto con cualquier razón cultural u otras razones para no consumir ciertos alimentos y bebidas. Los participantes que sean atrevidos en sus hábitos alimenticios a menudo se manifiestan como buenos jueces para el análisis descriptivo.
- Conocimientos y aptitudes: Las percepciones iniciales de los candidatos tienen que interpretarse y expresarse, lo que requiere ciertas habilidades físicas e

intelectuales, en concreto la capacidad de concentración y de no dejarse afectar por influencias externas.

- Aptitud para la comunicación: La aptitud de los candidatos para comunicar y describir sensaciones que perciben durante una evaluación sensorial es particularmente importante cuando se consideran los candidatos para el análisis descriptivo. Esta aptitud se puede determinar durante la entrevista y durante las pruebas de selección.
- Aptitud para describir: Las características deseables para los candidatos incluye la aptitud para describir productos, verbalizar sensaciones y desarrollar la memoria para la descripción de los atributos sensoriales.
- Buenas condiciones de salud: Los candidatos deben estar en buenas condiciones de salud en general. No deben sufrir ninguna discapacidad, alergia o enfermedad que pueda afectar a aquellos sentidos relevantes para el análisis sensorial que se vaya a realizar y no deben estar tomando medicamentos que pueda perjudicar sus capacidades sensoriales.
- Factores psicológicos:
 - Interés y motivación: Los candidatos que estén interesados en el análisis sensorial y en los productos a evaluar estarán probablemente más motivados, por tanto, probablemente serán mejores evaluadores que aquellos sin tal interés o motivación.
 - Sentido de responsabilidad y poder de concentración: Los candidatos deben estar dispuestos a preservar en las pruebas que exijan una concentración prolongada. Serán puntuales en la asistencia a las sesiones, responsables y honestos en su contenido.
 - Aptitud para juzgar: Los jueces deben decidir sin tener en cuenta ninguna preferencia personal, siendo autocríticos y conociendo sus limitaciones.
 - Disposición para cooperar: Deben estar dispuestos a aprender y a no dominar en las discusiones de grupo.

En este caso se reclutaron a 54 personas estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM de las carreras de Química de Alimentos y Química Farmacéutico Biológica. Lo primero que se buscó fue que estas personas estuvieran dispuestas y tuvieran la disponibilidad de apartar una hora de lunes a viernes aproximadamente durante tres

semestres y que no padecieran alguna enfermedad que pudiera afectar los sentidos como la hipogeusia que es un trastorno en el que la capacidad gustativa se reduce (NIH, 2018) o haber padecido COVID-19 y que el gusto o el olfato no se hubiera recuperado totalmente y en este caso solamente una persona informó que tenía rinitis que es una enfermedad que podría llegar a afectar el olfato.

6.2 Selección

Después de tener preseleccionados a los candidatos se continuó con la etapa de selección, la elección de las pruebas que se realizan en esta etapa va de la mano con las propiedades que se van a evaluar en el producto y la ISO 8586:2012 especifica que estas pruebas utilizadas en esta etapa tienen dos propósitos que son el adaptar a los jueces con los métodos y materiales que se utilizan en el análisis sensorial.

Para seleccionar a los mejores candidatos se debe tener en cuenta la sensibilidad en el uso de sus sentidos y algunas pruebas aplicadas para la selección de ellos tienen que estar ligadas con las muestras que se van a evaluar y con el objetivo del proyecto que se esté realizando.

Las pruebas que se realizaron en esta etapa de selección fueron las siguientes:

6.2.1 Pruebas de umbral de los gustos básicos

Este tipo de prueba se aplica para medir la sensibilidad gustativa de las personas y por medio de esta prueba, se conoce la aptitud de cada uno de los jueces participantes para distinguir los gustos básicos (Pedrero y Pangborn, 1989). La prueba se realiza siguiendo un orden ascendente de menor a mayor concentración siguiendo una forma de Z.

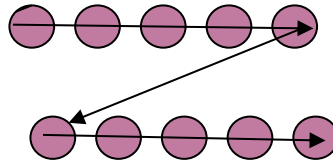


Figura 8. Pruebas de umbral: orden de evaluación de muestras. Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvieron los umbrales grupales de los 35 participantes preseleccionados para los gustos dulce, ácido, amargo y salado (Figuras 9, 10, 11 y 12) que fueron de 6.14 g/L, 0.26 g/L, 0.357 g/L y 0.735 g/L respectivamente.

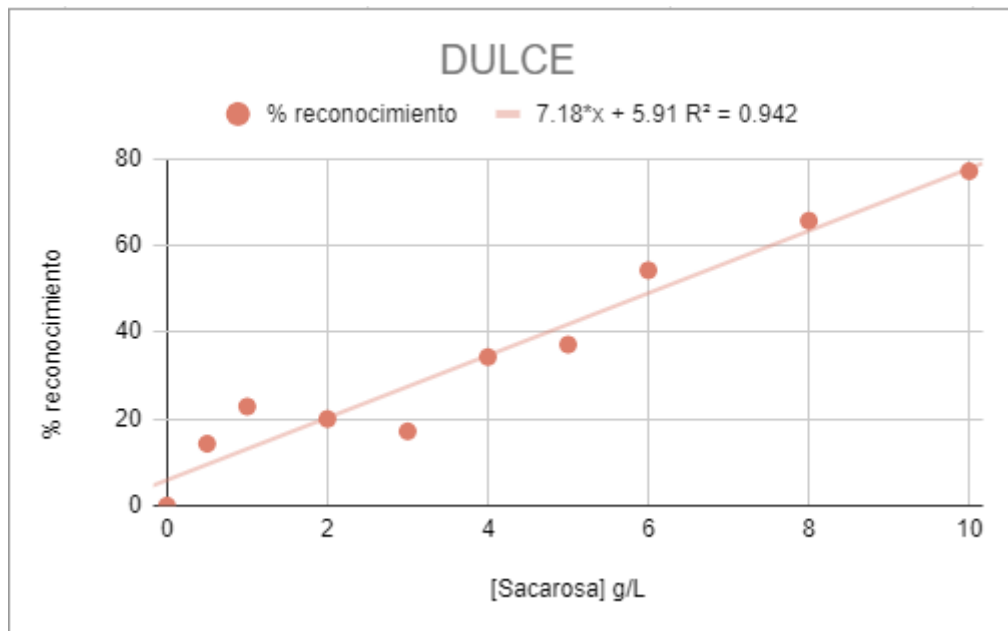


Figura 9. Resultados de la Prueba de Umbral: Gusto dulce

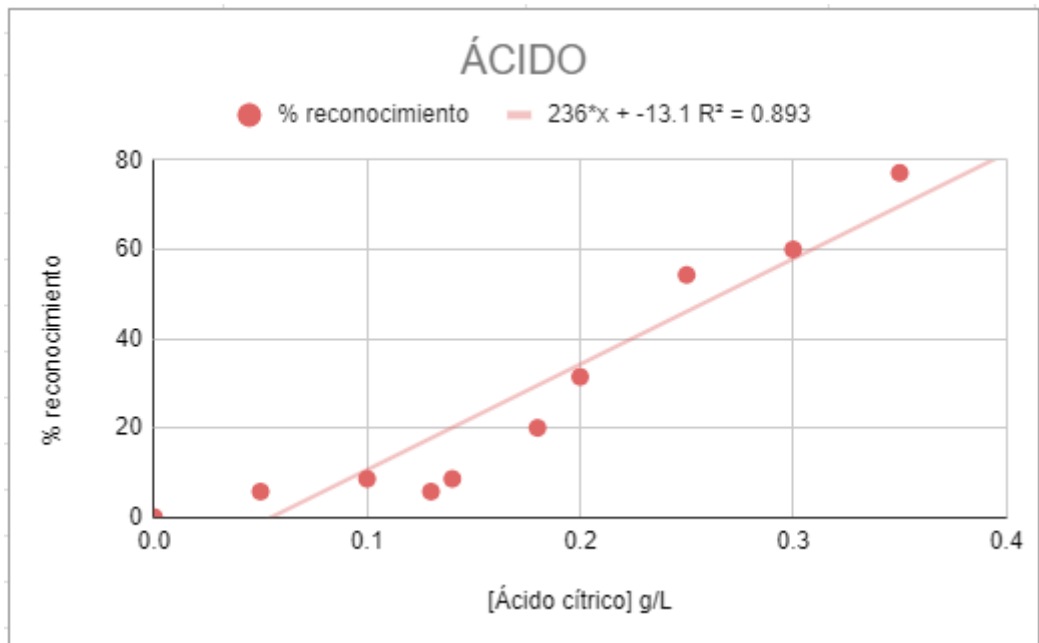


Figura 10. Resultados de la Prueba de Umbral: Gusto ácido.

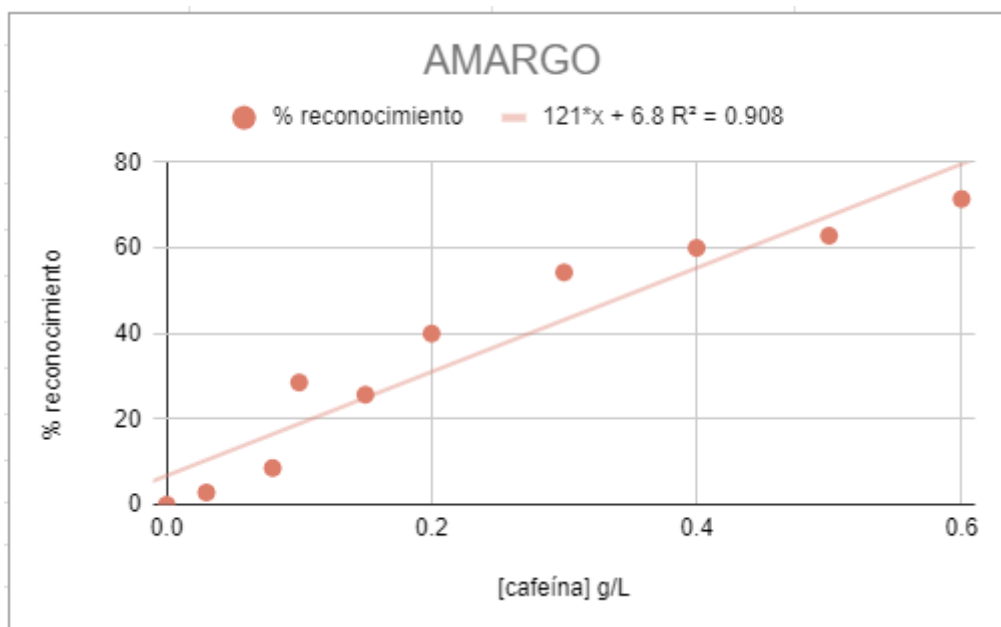


Figura 11. Resultados de la Prueba de Umbral: Gusto amargo.

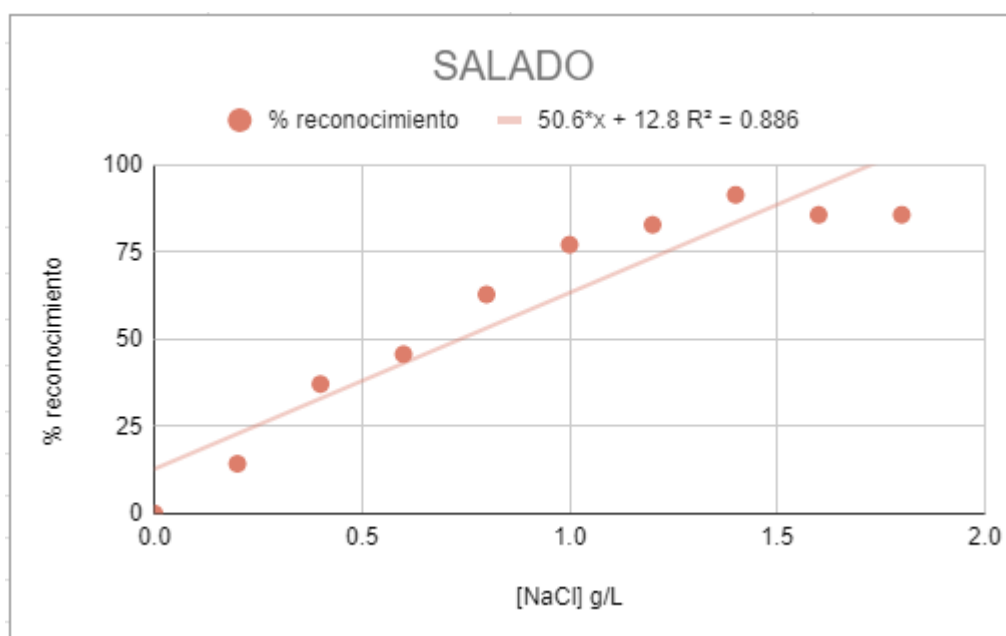


Figura 12. Resultados de la Prueba de Umbral: Gusto salado.

Se calcularon los umbrales grupales de los 13 jueces seleccionados para los gustos dulce, ácido, amargo y salado (Figuras 13, 14, 15 y 16) que fueron de 5.92 g/L, 0.21 g/L, 0.267 g/L y 0.64 g/L respectivamente.

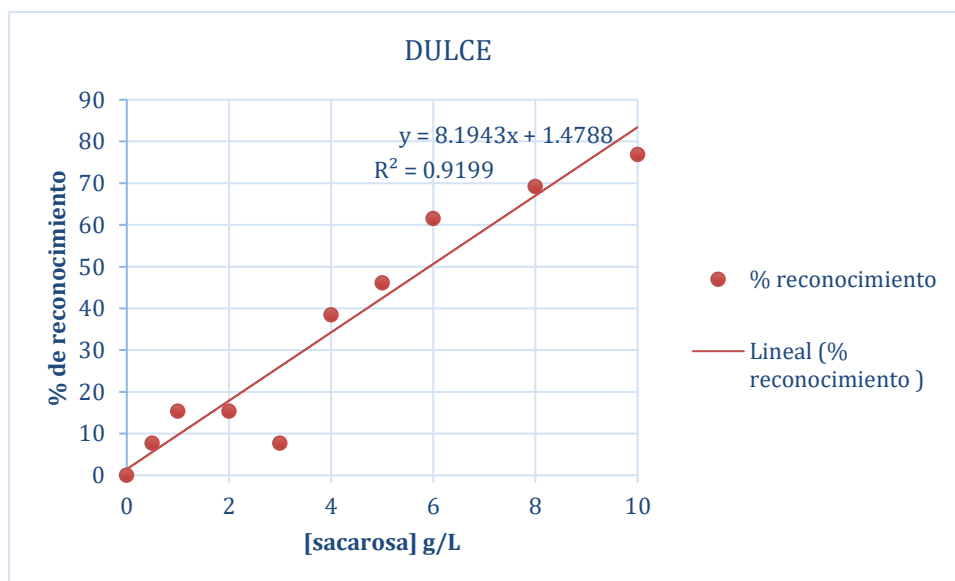


Figura 13. Resultados de la Prueba de Umbral de los 13 jueces seleccionados:
Gusto dulce

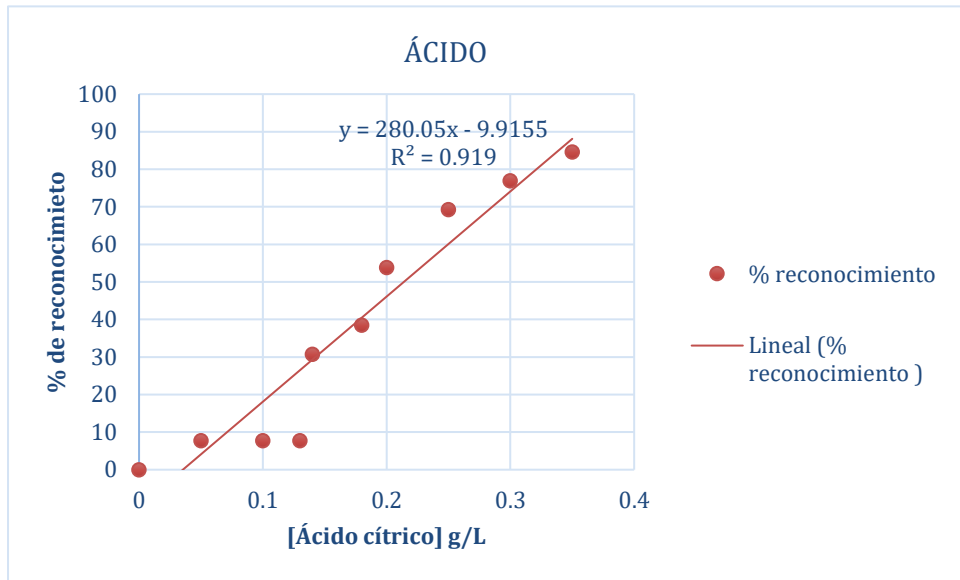


Figura 14. Resultados de la Prueba de Umbral de los 13 jueces seleccionados:
 Gusto ácido

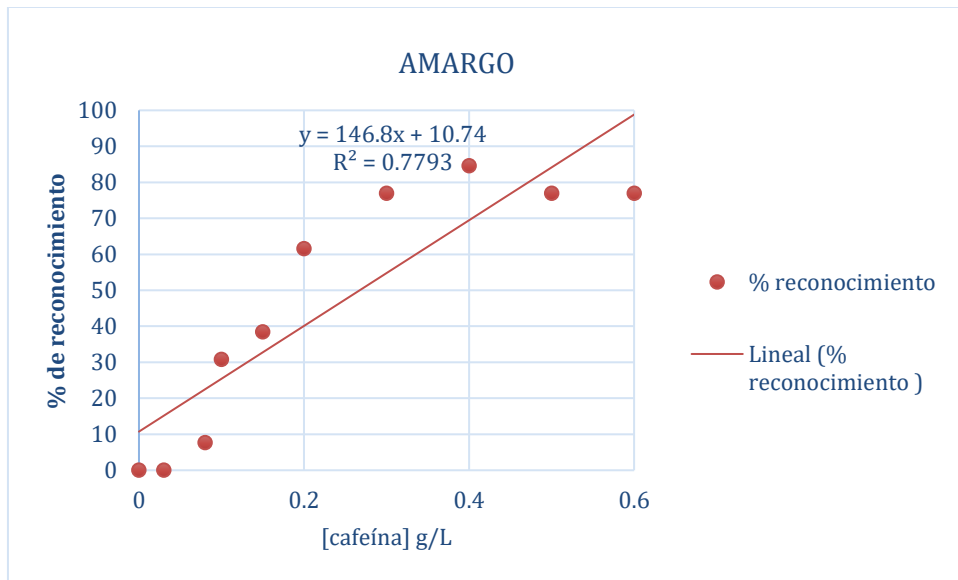


Figura 15. Resultados de la Prueba de Umbral de los 13 jueces seleccionados:
 Gusto amargo

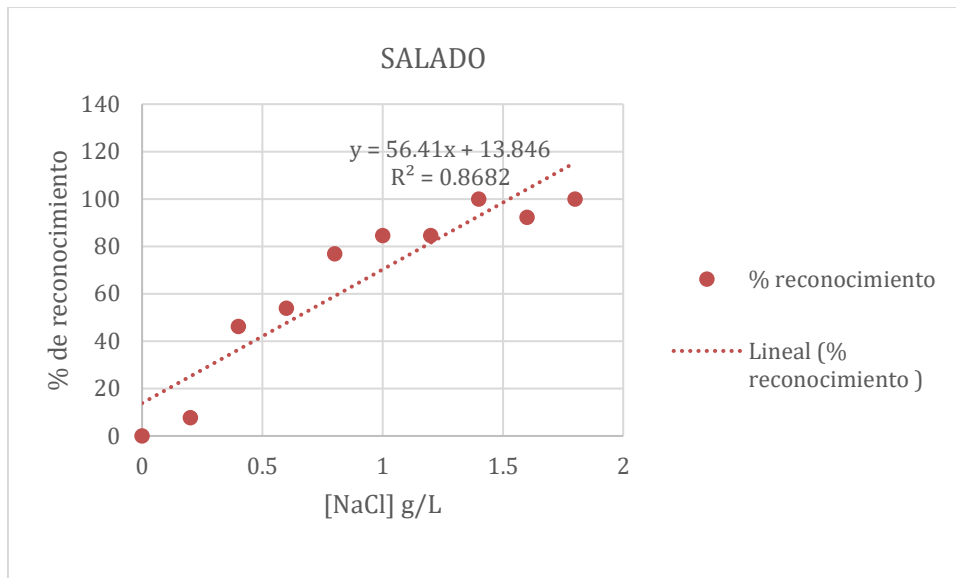


Figura 16. Resultados de la Prueba de Umbral de los 13 jueces seleccionados:
Gusto salado

Tabla 6. Resultados de las pruebas de umbral para la selección de candidatos a jueces en el Laboratorio de Evaluación Sensorial.

Personas seleccionadas n= 13		Selección 2023 n=35	Selección 2021 n=57	Selección 2017 n=54
Gusto básico	Concentración umbral (g/L)	Concentración umbral (g/L)	Concentración umbral (g/L)	Concentración umbral (g/L)
Dulce	5.92	6.14	5.1	4.6
Amargo	0.267	0.357	0.3	0.2
Ácido	0.21	0.26	0.2	0.2
Salado	0.64	0.735	0.3	0.7

6.2.2 Pruebas triangulares

En esta prueba se determina si existe diferencia o similitud sensorial entre muestras de dos productos. Es un método de decisión forzada (ISO 4120:2004). En esta prueba se utilizaron muestras de refresco de cola, pan de caja, jugo de naranja y salchichas tipo Viena, y se les fueron presentando a los jueces en triadas siendo dos muestras iguales y una diferente para que así pudieran ellos detectar si existía diferencias sensoriales entre dos muestras. No se emplearon muestras de agua porque las muestras comerciales presentan diferente perfil sensorial.

Tabla 7. Resultados del porcentaje de discriminación por muestra en prueba triangular

Participantes preseleccionados	Pan de caja	Refrescos de cola	Jugo de naranja	Salchichas tipo Viena
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0
4	1	1	1	1
5	1	0	1	1
6	1	1	1	1
7	1	0	1	1
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
10	1	0	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	0	1	1
16	1	0	0	1
17	1	0	1	1
20	1	1	0	1
21	0	0	1	1
22	1	0	1	1
23	1	0	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	0	1	1
29	1	0	1	1
30	1	0	1	1
31	0	0	1	1
32	No presento la prueba			
33	1	1	1	1
34	1	1	0	1
35	0	0	1	1
36	0	0	1	0
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
Número de Aciertos	30	17	30	31
Porcentaje de discriminación	78.95%	44.74%	78.95%	81.58%
Chi ² Calculada	44.45	3.70	44.45	49.44

En la tabla 7 se muestran los resultados de la prueba triangular de todos los participantes que fueron preseleccionados y se calculó la χ^2 para cada uno de los productos evaluados obteniendo para pan bimbo y para jugo una $\chi^2=44.45$, para el refresco $\chi^2=3.70$, para las muestras de salchicha la χ^2 fue de 49.44, con estos resultados podemos decir que existe diferencia significativa entre las muestras ya que todos estos valores de Chi son más grandes que la Chi de tablas que es de 2.71.

Tabla 8. Resultados del porcentaje de discriminación por muestra en prueba triangular.

Participantes seleccionados	Pan de caja	Refrescos de cola	Jugo de naranja	Salchichas tipo Viena
1	0	1	1	1
2	1	1	1	1
3	0	1	1	1
4	1	1	1	1
5	0	0	1	1
6	0	1	1	1
7	1	1	1	1
8	0	1	1	1
9	1	1	1	1
10	0	1	1	0
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
Número de aciertos	7	12	13	12
Porcentaje de discriminación	53.85%	92.31%	100%	92.31%

6.2.3 Pruebas de definición de alimentos

En esta prueba se les pidió a los jueces que describieran, por ejemplo; ¿Qué productos tienen una textura crujiente?; ¿Cómo describirías el sabor de una planta comestible?; ¿Qué productos tienen un olor herbal?; ¿Cómo describirías el sabor a maíz?

Esta prueba nos permite ver la capacidad que tienen los jueces para poder describir varias definiciones sobre sabor, textura, olor de los alimentos y la aptitud que tienen para poder comunicar, los que fueron más aptos en las descripciones.

En la tabla 9 se muestran el número de palabras generadas por cada uno de los participantes que fueron preseleccionados, donde a cada uno se les pidió 20 descripciones.

Tabla 9. Promedio de palabras generadas de cada uno de los participantes preseleccionados en la Prueba de definición de alimentos.

Participantes	Promedio de palabras generadas
1	11.05
2	8.45
3	14.35
4	6.25
9	6.3
10	9.4
11	5.6
14	7.45
15	5.5
17	9.4
22	14.55
23	8.75
26	14.5

Continuación de la tabla 9. Promedio de palabras generadas de cada uno de los participantes preseleccionados en la Prueba de definición de alimentos.

Participantes	Promedio de palabras generadas
29	4.1
31	5.4
32	6.95
33	9.2
35	8.2
37	5.3
39	6.15
41	4.5
43	6.3
45	2.75
47	5.4
49	6.3
51	6.4
53	2.85
55	3.9
57	5.3
58	4.1
Promedio de palabras generadas	7.18

Tabla 10. Promedio de palabras generadas de los 13 participantes seleccionados en la Prueba de definición de alimentos.

Participantes	Promedio de palabras generadas
1	11.05
2	8.45
3	14.35
4	6.25
9	6.3
10	9.4
11	5.6
14	7.45
15	5.5
17	9.4
22	14.55
23	8.75
26	14.5
Promedio de palabras generadas	9.30

6.2.4 Pruebas de evaluación de la capacidad olfativa

La prueba se basa en la habilidad de cada juez para reconocer los olores que se le presentan sin importar la sensibilidad olfativa que tenga (García, 2007). En esta prueba el juez toma el tubo y lo destapa acercándose aproximadamente a 3 centímetros de la nariz con la finalidad de que logren detectar de qué olor se trata o en su defecto que lo puedan relacionar con algún recuerdo.

En la figura 17 se muestran los resultados que obtuvieron los 35 participantes que habían sido debidamente preseleccionados donde podemos observar que

muy pocos reconocieron el olor madera, leche, arándano y herbal romero, y en el caso de orégano fue el olor que más personas lograron identificar al igual que el olor de chocolate amargo.

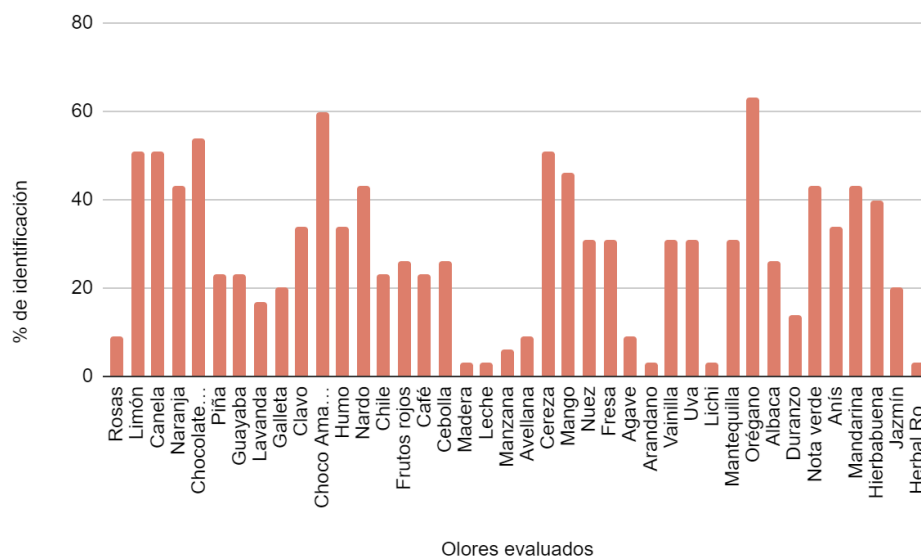


Figura 17. Resultados de los olores evaluados por los 35 participantes preseleccionados

En la Figura 18 se puede observar que ningún juez logró identificar el olor a rosas, leche, avellana y herbal-romero, esto puede deberse también a que no están muy familiarizados con esos olores y en cambio los olores que más lograron identificar fueron el olor a chocolate amargo y orégano. Se obtuvo un porcentaje de reconocimiento de olores de todos los jueces de 51.10%, lo que nos puede indicar que fueron capaces de reconocer un poco más de la mitad de los olores que se les presentaron.

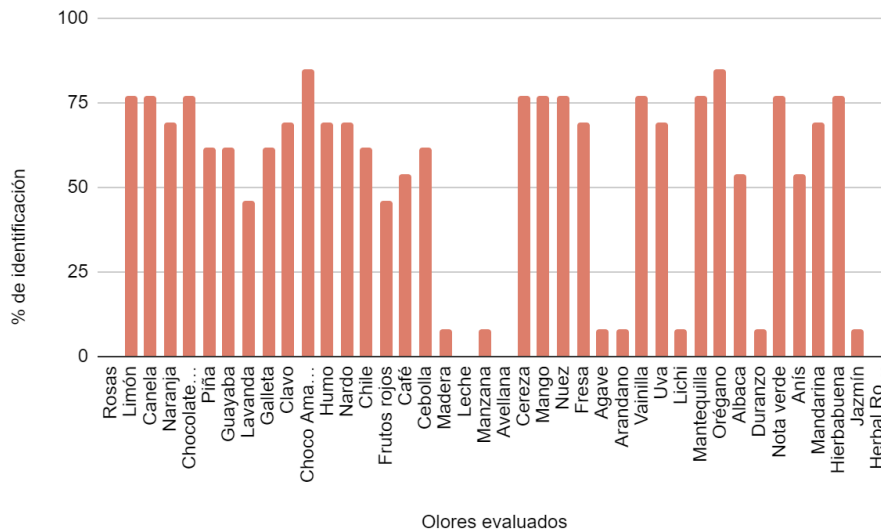


Figura 18. Resultados de los olores evaluados por los 13 participantes seleccionados

Las pruebas de selección de jueces que se mencionan anteriormente fueron realizadas porque están aprobadas por la ISO 8586:2012 y son algunas que nos permiten encontrar a las personas más adecuadas para el panel ya que se necesita de gente que sea capaz de evaluar no solo un tipo de producto sino también que tengan la capacidad de poder realizar evaluaciones en diferentes tipos de alimentos.

6.3 Formación del panel para la evaluación de agua

Al terminar esta etapa se seleccionaron a 13 personas que cumplieron con las características para poder ser parte del panel de evaluación sensorial, es decir fueron personas que no fuman, que tienen la disponibilidad de horario, presentaron un umbral igual o menor al umbral grupal, una capacidad discriminante del 84%, capacidad para describir atributos y cuentan con buena salud, por cuestiones ajenas al proyecto un juez ya no pudo continuar con el entrenamiento así que solo se trabajó con 12 jueces (Tabla 11) este número de personas seleccionadas es muy parecido al número que se utilizó en otros paneles sensoriales de agua. (Sipos et al., 2012). También los seleccionados fueron capaces de identificar y/o relacionaron más del 51.10% de los olores. Fueron capaces de describir los siguientes conceptos:

- 1) ¿Qué productos tienen un olor herbal?
- 2) ¿Qué productos tienen un olor cocido?
- 3) ¿Qué productos tienen un sabor amargo?
- 4) ¿Qué productos tienen un olor de limpio y fresco?
- 5) ¿Cómo describiría la diferencia entre crudo y cocido?
- 6) ¿Cuáles son los olores característicos de un invernadero o herbario?
- 7) ¿Cómo describirías el olor a nixtamal?
- 8) ¿Cómo describirías el sabor a maíz?
- 9) ¿Qué productos tienen un color verde olivo?
- 10) ¿Qué productos tienen un color verde botella?
- 11) ¿Qué productos tienen una textura crujiente
- 12) Describe las propiedades de textura de una hoja de lechuga fresca.
- 13) Describe las propiedades de textura de hojas de verdolagas cocidas al vapor.
- 14) Describe las propiedades de textura de hojas de orégano o laurel secas.
- 15) ¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y aroma?
- 16) ¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y textura?
- 17) ¿Cómo describirías el sabor de una planta comestible?
- 18) ¿Cómo definirías el sabor a cocido?
- 19) ¿Cómo definirías el sabor ácido?
- 20) ¿Cómo definirías el sabor ácido láctico?

Con este grupo de personas que llamaremos jueces, formaremos el panel de Evaluación Sensorial para poder generar el perfil sensorial para las muestras de agua provenientes del estado de Veracruz.

Tabla 11. Nombres de los panelistas que fueron seleccionados junto con su número de juez. Los panelistas dieron su consentimiento firmado para poder aparecer en este trabajo de tesis.

Número de juez	Nombre
1	Ángel Larios Adrián David
2	Arancibia Hernández Yalith Lyzeth
3	Fernández Severiano Karen Sofía
4	Franco Hernández Rebeca Monserrat
9	González Lorenzo Darien Manuel
11	Mercado López Abigail Karen
14	Rivera Mesa Diana Monserrat
15	Robles Longinos Andrea Victoria
17	Rodríguez Ortiz Janetzin Eilin
22	Vázquez Martínez Tania
23	Vallejo Martínez Daniel Armando
28	Reyes Hernández Monserrat



Figura 19. Jueces del panel evaluando muestras de agua. Fotografía de autoría propia.

6.4 Generación de atributos

Teniendo al panel ya formado generamos atributos con muestras comerciales de agua para que también los jueces comenzarán a familiarizarse con la evaluación de este producto ya que por ser incoloro y por tener notas de aroma y sabor muy bajas, resulta un alimento muy complejo de evaluar sensorialmente.

Con base en los volúmenes de venta de agua en la Ciudad de México, se encontró que las tres marcas más vendidas son Bonafont®, Epura® y Ciel® (Paullier, 2015), además en una evaluación afectiva de agua se encontró que Bonafont® es la marca líder de agua embotellada con el 50% de la preferencia, Epura® con el 30%, Ciel® 12% y el 8% restante otras marcas (Guevara, 2016).

Empezamos generando atributos de una muestra comercial Bonafont donde se obtuvieron 22 atributos de apariencia, 17 de olor, 18 de sabor, 20 de textura y 7 de resabio, pero estos atributos se tuvieron que reducir ya que muchos de ellos eran sinónimos quedando los atributos que se muestran en la tabla 10.

También se generaron atributos de otras dos muestras comerciales que fueron Epura® y Ciel® donde para Epura® se obtuvieron 23 atributos de apariencia, 12 de olor, 13 de sabor, 19 de textura y 6 de resabio y para el caso de la muestra Ciel® fueron 15 atributos de apariencia, 13 de olor, 15 de sabor, 16 de textura y 7 de resabio. También en estas dos muestras se tuvieron que reducir varios atributos por ser sinónimos y quedando los atributos mostrados en la tabla 12.

Se eligieron estas tres muestras de agua (Epura®, Bonafont® y Ciel®) como ya se mencionó anteriormente:

Tabla 12. Atributos generados de las muestras comerciales de agua

Muestras	Atributos de apariencia	Atributos de olor	Atributos de sabor	Atributos de textura	Atributos de resabio
Bonafont	-Transparente -Pasa la luz -Sin turbidez -Homogéneo	-Sin olor -Huevo -Hongo -Tierra -Nota verde -Salado -Dulce -Mineral	-Cloro -Amargo -Dulce -Salado	-Líquida -Homogénea -Suave	-Salado -Amargo
Epura	-Burbujas -Transparente -Pasa luz -Partículas -Homogénea	-Sin olor -Dulce -Fresco -Mineral -Tierra -Nota verde -Amargo	-Dulce -Amargo -Salado -Mineral -Ácido	-Densa -Burbujeo -Suave	-Amargo -Ácido -Seco
Ciel	-Transparente -Homogéneo -Burbujas	-Sin olor -Amargo -Metálico -Tierra -Nota verde -Salado	-Tierra -Cartón -Dulce -Amargo -Metálico -Cloro -Salado	-Suave -Pesada -Uniforme	-Sin resabio -Amargo -Ácido -Metálico -Dulce

Para que los jueces siguieran con la familiarización del producto se generaron atributos de muestras comerciales de agua mineral para que de esta manera empezarán a notar las diferencias de este tipo de agua a un agua convencional.

Tabla 13. Atributos generados de muestras comerciales de agua mineral.

Muestras	Atributos de apariencia	Atributos de olor	Atributos de sabor	Atributos de textura	Atributos de resabio
Peñafiel	-Transparente -Brillante -Homogénea -Limpia	-Inolora -Fresco -Amargo -Salado -Tierra -Roca mojada -Cloro	-Salado -Minerales -Amargo -Ácido -Dulce -Metálico	-Homogénea -Densa -Burbujeante -Suave	Sin resabio -Amargo -Metálico -Ácido -Salado
Topo Chico	-Transparente -Homogéneo -Brillante -Opaca	-Sin olor -Humedad -Metálico -Salado -Frutal -Tierra -Mineral	-Salado -Amargo -Ácido -Metálico -Mineral	-Líquida -Suave. -Homogénea	-Sin resabio -Amargo -Metálico -Ácido -Salado

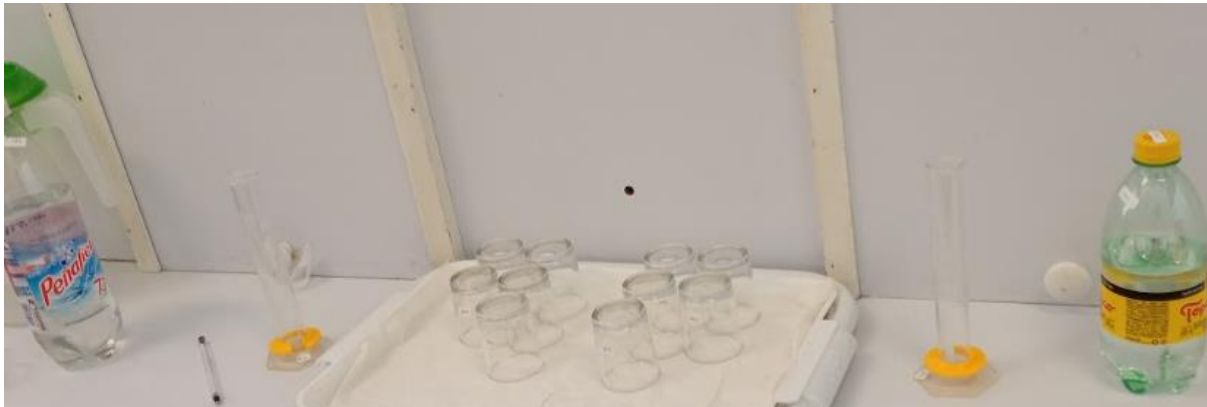


Figura 20. Imagen de agua mineral Peñafiel® y Topo Chico® evaluadas. Fotografía propia.

Se encontraron varios atributos iguales entre las muestras de agua mineral y las muestras de agua comercial como lo son en apariencia de transparente y homogéneo y algunos atributos de sabor como lo salado, amargo, ácido. Después de generar atributos de estas muestras de agua comerciales se continuó con la generación de atributos de las primeras 11 muestras de agua provenientes del estado de Veracruz, los cuales se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Atributos generados de muestras de agua del estado de Veracruz.

Muestras	Atributos de apariencia	Atributos de olor	Atributos de sabor	Atributos de textura	Atributos de resabio
Puente moreno	-Brillante -Transparente -Homogénea -Opaca -Turbidez -Líquida	-Inolora -Dulce -Humedad -Metal -Nota verde -Cloro -Fresco -Tierra mojada	-Sin sabor -Salado -Amargo -Dulce -Carbonatado	-Densa -Homogénea -Suave -Fluida	-Sin resabio -Amargo -Salado -Seco
Palmas	-Opaca -Transparente -Brillo -Homogénea -Turbidez -Líquida	-Inolora -Dulce -Humedad -Pasto -Metal -Fresco -Amargo -Salado	-Amargo -Ácido -Salado -Humedad -Dulce -Tierra -Metal -Frutal -Polvo -Pasto	-Suave -Fluida -Densa -Homogéneo -Viscosa	-Sin resabio -Amargo -Astringente -Tierra -Salado -Polvo -Humedad
La Mancha I	-Transparente -Brillosa -Limpia -Homogénea -Capa en la superficie -Densa	-Inolora -Dulce -Amargo -Frutal -Humedad -Cloro -Metal	-Sin sabor -Dulce -Amargo -Ácido -Metal -Hierro	-Fluida -Ligera -Densa -Homogénea -Viscosa -Suave	-Sin resabio -Metálico -Amargo -Sequedad -Dulce
Jamapa I	-Transparente -Fluida -Homogénea -Brillante -Limpia -Turbidez	-Inolora -Salado -Amargo -Húmedo -Dulce -Nota verde -Metálico	-Amargo -Dulce -Salado -Metálico -Insípida -Tierra -Ácido -Pasto	-Densa -Fluida -Ligera -Húmeda	-Sin resabio -Amargo -Astringente -Salado -Dulce

Continuación de la Tabla 14. Atributos generados de muestras de agua del estado de Veracruz.

Muestras	Atributos de apariencia	Atributos de olor	Atributos de sabor	Atributos de textura	Atributos de resabio
La Mancha II	-Opaca -Brillante -Translúcido -Fluida -Homogénea -Limpia	-Inolora -Metal -Mineral -Humedad -Dulce -Amargo -Tierra mojada -Fresco -Sal -Ácido -Pasto mojado	-Salado -Metálico -Dulce -Amargo -Polvo -Ácido -Fresco -Herbal	-Fluida -Homogénea -Ligera -Densa -Viscosa -Fresca -Hidratante	-Sin resabio -Amargo -Seco -Cloro -Ferroso -Metálico
Barrancas II	-Transparente -Homogénea -Ligera -Limpia -Turbia -Fluida -Brillante	-Inolora -Humedad -Pescado -Ceniza -Dulce -Metal -Amargo -Tierra -Salado -Pasto mojado -Fresco -Ácido	-Salado -Amargo -Mineral -Polvo -Sin sabor -Cal -Arena -Umami	-Densa -Suave -Homogénea -Astringente -Fluida -Viscosa -No densa -Humectante	-Salado -Sin resabio -Amargo -Metálico -Seco -Umami
Barrancas III	-Transparente -Brillante -Líquida -Homogénea -Capa en superficie -Turbia -Limpia	-Inolora -Humedad -Dulce -Metálica -Salado	-Salado -Dulce -Metálico -Bicarbonato	-Homogénea -Densa -Suave -Viscosa -Fluida	-Sin resabio -Amargo -Dulce -Metálico -Salado
Jamapa III	-Transparente -Líquida -Brillante -Densa -Turbia -Homogénea -Partículas blancas	-Inolora -Humedad -Fresco -Mineral -Tierra -Ácido -Salado -Dulce	-Dulce -Ácido -Amargo -Salado -Metálico	-Homogénea -Brillante -Densa -Fluida -Suave -Fresca -Viscosa	-Amargo -Metálico -Seco

Continuación de la Tabla 14. Atributos generados de muestras de agua del estado de Veracruz.

Muestras	Atributos de apariencia	Atributos de olor	Atributos de sabor	Atributos de textura	Atributos de resabio
La Mancha III	-Transparente -Limpia -Homogénea -Oleosa -Brillante -Densa -Micela en superficie	-Dulce -Sal -Humedad -Amargo -Fresca -Tierra mojada -Nota verde -Ácido -Pasto	-Ácido -Salado -Amargo -Dulce -Metal	-Fluida -Homogénea -Fresca -Densa -Viscosa -Astringente -Húmeda	-Salado -Amargo -Ácido -Seco -Dulce
Barrancas I	-Transparente -Densa -Líquida -Homogénea -Presencia de burbujas -Opaca -Limpia -Brillante	-Salado -Amargo	-Dulce -Amargo -Metal -Mineral -Fresco -Aceite	-Densa -Fluida -Homogénea -Viscosa -Suave	-Metálico -Amargo -Dulce -Salado
Jamapa II	-Transparente -Líquida -Homogénea -Brillante -Limpia -Densa	-Dulce -Salado -Fresco -Limpia -Cloro -Tierra -Canela	-Mineral -Salado -Dulce -Amargo -Fresco -Nota clorada -Ácido	-Suave -Homogénea -Densa -Líquida -Viscosa -Astringente	-Amargo -Seco -Ácido -Dulce -Cloro -Salado

6.4.1 Selección de atributos

Al terminar la generación de atributos de las 11 muestras de agua del estado de Veracruz se buscaron los atributos de aspecto, olor, sabor, textura y resabio que se encontraban en todas las muestras de agua quedando los siguientes atributos:

- ❖ Aspecto: Brillante, limpia, densa, capa en superficie, presencia de burbujas.
- ❖ Olor: Intensidad de olor, dulce, humedad, nota verde, fresco, cloro, tierra mojada, salado, amargo, mineral, ácido, pasto, canela, huevo, medicinal, pescado, humo, madera, herbal.

- ❖ Sabor: Amargo, ácido, salado, dulce, metálico, carbonatado, mineral, cloro, tierra, pasto, herbal, fresco, cal, huevo.
- ❖ Textura: Cuerpo, viscosa.
- ❖ Resabio: Amargo, metálico, astringente.

6.5 Entrenamiento con estándares

Con los atributos ya seleccionados comenzamos con la etapa de entrenamiento utilizando estándares para atributos de aspecto, olor y sabor (Tabla 15) ya que estos estándares nos apoyaron para que los jueces se vayan familiarizando con estos atributos y de esta manera les sea más fácil identificarlos en el momento de la evaluación.

Lo primero que se realizó con los estándares fue presentarles cada uno de ellos a los jueces y que los evaluarán, en el caso de los estándares para sabor y olor se les pidió que los evaluaran y anotaran a que les sabía u olía y que lo relacionarán con algo que les recuerde para que de esta manera logran generar una memoria sensorial para poder relacionarlos con las muestras al momento de la evaluación de agua.

Tabla 15. Estándares de aspecto, olor y sabor.

ASPECTO	ESTÁNDAR
Turbio / Opaco	Agua con cal
Brillante / Limpio	Agua Bonafont
Capa en superficie	Agua Bonafont
OLOR	ESTÁNDAR
Dulce	Olor Vainilla (Saborizante Marca Deiman)
Humedad	Cuitlacoche caliente ¹ (Adquirido en el Mercado 20 de abril)
Nota verde	Olor Nota verde (Saborizante Marca Lucta)
Fresco	Olor herbal hierbabuena (Saborizante Marca Lucta)

Continuación de la tabla 15. Estándares de aspecto, olor y sabor.

OLOR	ESTÁNDAR
Tierra mojada	Tierra húmeda (Marca Nutrigarden)
Salado	Pescado salado ² (Filete de pescado salado adquirido en Walmart)
Amargo	Olor café soluble (Café marca Nescafé)
Mineral	Agua mineral (Marca peñañiel)
Ácido	Cáscara de limón rayado
Pasto	Olor pasto (Saborizante Marca Deiman)
Canela	Olor canela (Saborizante Marca Ungerer, México)
Huevo	Huevo cocido ³ (Marca Bachoco)
Medicinal	Jarabe para la tos (Marca Histiacil)
Pescado	Pescado crudo ⁴ (Filete blanco de pescado adquirido en Walmart)
Humo	Olor humo (Saborizante Marca Lucta)
Madera	Olor madera (Saborizante Marca Lucta)
Herbal	Olor herbales albahaca (Saborizante Marca Lucta)
SABOR	ESTÁNDAR
Amargo	Umbral 0.26g/L (Cafeína Marca J.T. Baker)
Ácido	Umbral 0.21g/L (Ácido cítrico Marca J.T. Baker)
Salado	Umbral 0.64g/L (Cloruro de sodio Marca J.T. Baker)
Dulce	Umbral 5.92g/L (Glucosa Marca J.T. Baker)
Carbonatado	Agua mineral (Marca Topo chico sin gas)
Mineral	Agua mineral (Marca Tehuacán)

Continuación de la tabla 15. Estándares de aspecto, olor y sabor.

SABOR	ESTÁNDAR
Cloro	Agua clorada (De la Facultad de Ciencias, UNAM)
Tierra	Cuitlacoche ⁵ (Adquirido en el Mercado 20 de abril)
Pasto / Herbal	Sabor nota verde (Saborizante Marca Lucta)
Fresca	Halls de Menta diluidas
Cal	Cal (Adquirida en Tortillería "Tortillas del Sur", Xochimilco)
Huevo	Huevo cocido ⁶ (Marca Bachoco)
Astringente	Vino tinto (Marca Don Simón)

Cuitlacoche calentada en microondas durante 20 segundos¹, Filete de pescado salado crudo cortado en cubos pequeños², Huevo duro cocido partido en 4 junto con yema y clara³, Filete de pescado blanco y crudo cortado en cubos pequeños⁴, Cuitlacoche a temperatura ambiente⁵.

Después de que los jueces tuvieron sesiones divididas con cada estándar se continuó con la realización de un perfil sensorial con una muestra comercial (Epura®), esta muestra se evaluó en perfil para que los jueces siguieran entrenando con esa muestra y también se comenzaron a evaluar dos muestras del estado de Veracruz que fueron Jamapa II y Mancha III. Se evaluaron 43 atributos totales donde 5 fueron de apariencia, 19 de olor, 14 de sabor, 2 de textura y 3 resabio. Se utilizó una escala de evaluación de 0 a 9, siendo 0 como la ausencia del atributo y 9 como máxima intensidad.

Los atributos fueron evaluados en el perfil con determinadas escalas para la evaluación en las tablas 16 y 17 se muestra la escala que se utilizó para cada uno de los atributos de apariencia y textura, en el caso de los atributos de olor y sabor no se muestran sus escalas ya que todos los atributos fueron evaluados de suave a intenso siendo 0 suave y 9 intenso.

Tabla 16. Escala de evaluación utilizada para los atributos de apariencia.

ATRIBUTO	ESCALA DE EVALUACIÓN	
Brillante	opaco	brillante
Limpia	limpio	turbio
Densa	fluida	densa
Capa en superficie	ligera	gruesa
Presencia de burbujas	pocas	muchas

Tabla 17. Escala de evaluación utilizada para los atributos de textura.

ATRIBUTO	ESCALA DE EVALUACIÓN	
Cuerpo	líquido	denso
Viscosa	baja	alta

6.6 Primera evaluación del desempeño del panel

Como se mencionó anteriormente en los antecedentes es de suma importancia evaluar y monitorear el avance que está teniendo el panel. Así que después de realizar las evaluaciones de los perfiles de agua comercial Epura®, y de las muestras de agua de Veracruz (Jamapa II y Mancha III) se tomó la decisión de realizar la primera evaluación del avance que estaba teniendo el panel.

En la figura 21 que es un diagrama de clúster que agrupa todos los resultados para cada uno de los panelistas se aprecia que los jueces 26, 1, 3, 4, 2 y 9 están evaluando de manera distinta a los demás jueces es por eso que nos enfocaremos en ellos para futuras evaluaciones, pero a pesar de eso se les dieron estándares a todos los jueces para poder tener un mejor ajuste durante las evaluaciones.

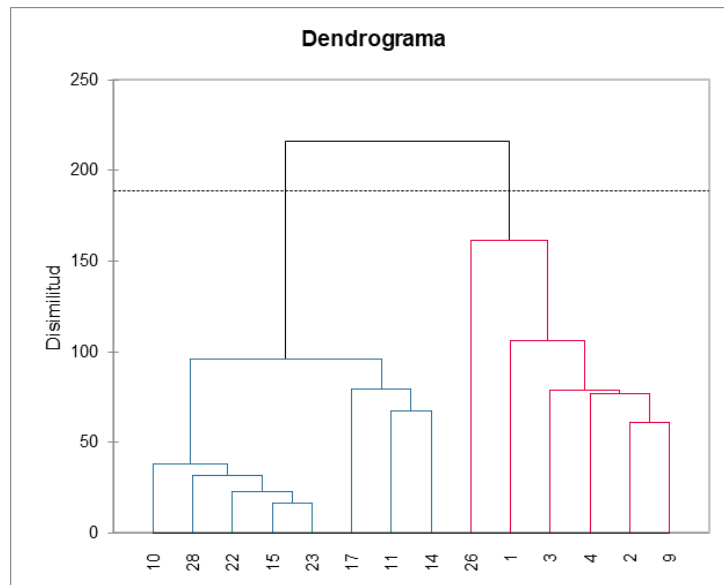


Figura 21. Diagrama de clúster de los resultados de la evaluación de la similitud entre la evaluación de los jueces.

Así que para las siguientes evaluaciones primero se les presentarán los estándares a los jueces para que inmediatamente evalúen la muestra y de esta manera puedan realizar una comparación entre el estándar y la muestra y así poder elegir un valor en la escala.

Tabla 18. Valor en la escala de los estándares de sabor, aspecto y olor.

Atributo	Estándares de sabor	Escala
Amargo	Cafeína (0.26 g/L) Marca J.T. Baker	8
Ácido	Ácido cítrico (0.21 g/L) Marca J.T. Baker	7
Salado	Cloruro de sodio (0.64 g/L) Marca J.T. Baker	8
Dulce	Sacarosa (5.92 g/L) Marca J.T. Baker	9
Carbonatado	Agua mineral sin gas Marca Topo chico	8

Continuación de la tabla 18. Valor en la escala de los estándares de sabor, aspecto y olor.

Atributo	Estándares de aspecto	Escala
Opaco	Agua con cal	0
Brillante	Agua Bonafont	9
Limpio	Agua Bonafont	0
Turbio	Agua con cal	9
Capa en superficie gruesa	Agua Bonafont	8
Atributo	Estándares de olor	Escala
Dulce	Olor vainilla (Saborizante Marca Deiman)	4
Fresco	Olor herbal hierbabuena (Saborizante Marca Lucta)	7
Humedad	Huitlacoche caliente ¹ (Adquirida en Tortillería "Tortillas del Sur", Xochimilco)	4
Tierra mojada	Tierra húmeda (Marca Nutrigarden)	4
Amargo	Olor café soluble (Marca Nescafé)	6

Cuitlacoche calentado en microondas durante 20 segundos¹

En la tabla 18 se muestran los estándares utilizados para sabor, aspecto y olor con su respectiva numeración en la escala de evaluación para que los jueces puedan realizar la comparación de cada uno de los estándares y las muestras.

Se realizó un PCA (Análisis de componentes principales) y los gráficos de componentes principales (Figura 22) muestran por atributo como evaluó cada juez, podemos observar que en el atributo de brillante es donde tenemos una mayor dispersión de los jueces al momento de evaluarlo, ya que los jueces se distribuyen en los cuatro cuadrantes en cambio en el atributo de presencia de burbuja podemos ver que los jueces se encuentran un poco más concentrados en un cuadrante y solo tenemos al juez 2 que está evaluando de manera muy diferente al resto de los jueces.

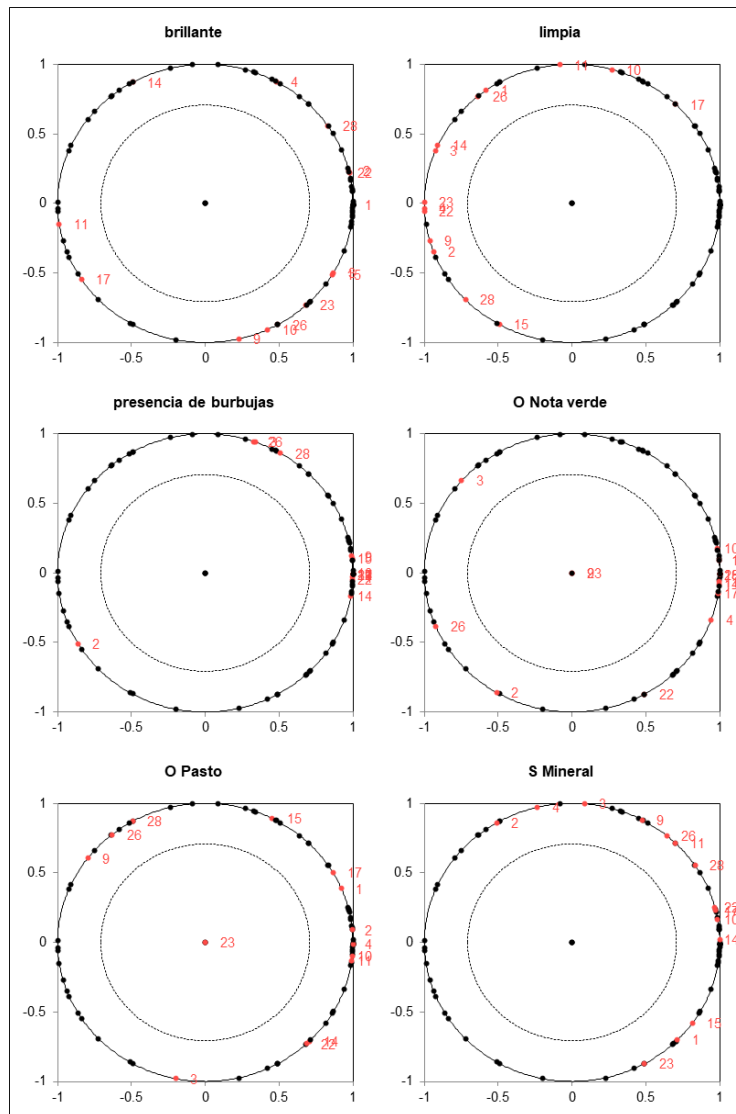


Figura 22. Gráficos de componentes principales de los atributos de apariencia brillante, limpia y presencia de burbujas. Atributos de olor nota verde y pasto. Atributo de sabor mineral.

Se volvió a evaluar la muestra comercial Epura® y las muestras de agua Jamapa II y Mancha III para que de esta manera se pueda comparar el entrenamiento de los jueces y como se puede observar en la figura 22 solo tres jueces que son el 26, 11 y 17 están evaluando de forma distinta a los demás es por eso que con esos jueces fue necesario trabajar de forma individual, brindándoles de nuevo estándares, apoyándolos más durante la evaluación y también recordándoles las recomendaciones para antes de ejecutar las evaluaciones como lo es que no coman ni tomen nada al menos una hora antes asistir al laboratorio.

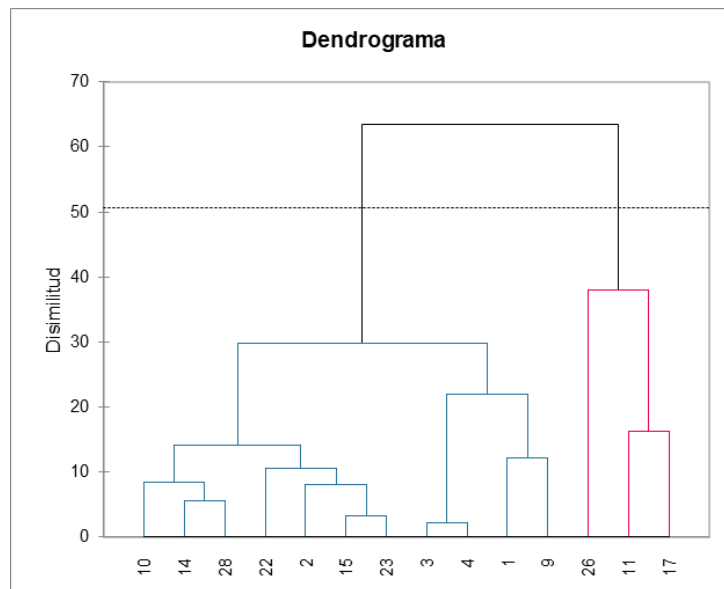


Figura 23. Diagrama de clúster de los resultados de la evaluación de la similitud entre la evaluación de los jueces.

A pesar de que en la segunda evaluación de las muestras de Epura®, Jamapa II y Mancha III solo 3 jueces estuvieron dispersos, aún se tuvo que seguir ajustando a todo el panel y continuar con la evaluación de las muestras; porque como se puede observar en la figura 23 los jueces 11 y 17 quienes habían estado evaluado de forma más homogénea al con todo el grupo, en estas evaluaciones empezaron a evaluar de forma distinta así que se tuvo que reforzar el entrenamiento brindándoles de nuevo los estándares y en caso de que un estándar no esté funcionando de la manera correcta poder modificarlo para que se acerque lo más posible al atributo que se desea evaluar.

Además del análisis estadístico antes mostrado sobre el desempeño del panel, también se realizó un análisis de varianza a dos vías que nos permite ver por atributo evaluado el efecto que hay entre jueces y muestras, este análisis se efectuó con perfiles de muestras de agua evaluadas provenientes del estado de Veracruz.

En las ANOVAS realizadas se obtuvo como resultado que en los atributos de:

- Sabor: huevo, cloro, herbal.
- Olor: medicinal, huevo, salado y nota verde.

Ya no se encontró diferencia significativa entre jueces por lo que se puede decir que los jueces están entrenados en estos atributos. Por lo tanto, en los otros 36 atributos evaluados aún tenemos diferencia entre jueces y muestras por lo que aún tenemos que seguir entrenando a los jueces con estándares y muestras, también se tiene que seguir entrenando con muestras y con sesiones donde solo evalúen muestras de agua comercial para que de esta forma los jueces puedan estar en un constante entrenamiento y sea lo más completo posible para que así sean capaces de evaluar más consistentemente y también poder comparar su crecimiento al momento de evaluar.

Para continuar con la evaluación del desempeño del panel se aplicaron perfiles sensoriales con las muestras de agua del estado de Veracruz (Mancha I, Jamapa I, Bar II, Mancha II, Bar III y Jampa III) pero solo se realizaron estos perfiles para los atributos que ya no mostraron diferencia entre jueces y se muestra en la figura 24, en ella podemos observar que en la muestra Bar II aún hay una diferencia que corresponde al atributo de aroma *salado* y en el caso de la muestra Bar III también encontramos diferencia en los atributos de olor *medicinal* y *herbal* y en el atributo de sabor *cloro*, estas pequeñas diferencias se seguirán trabajando durante el entrenamiento del panel junto con los estándares correspondientes para poder eliminarlas por completo. En el caso de las muestras de Mancha I, Jamapa I, Mancha II y Jamapa III se observa que ya se están evaluando de manera más consistente.

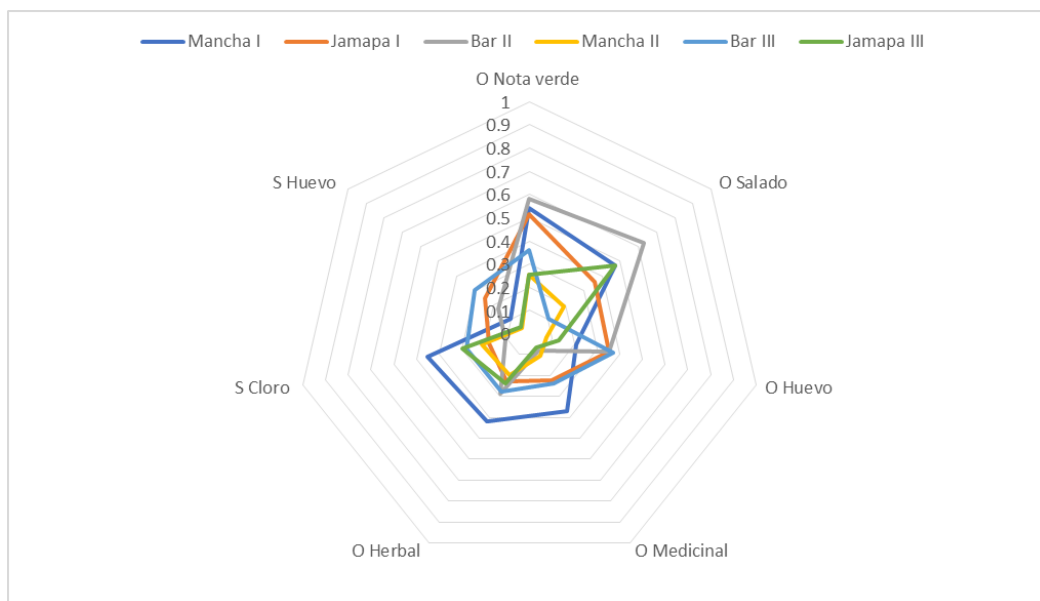


Figura 24. Gráfico radial de atributos donde no hay diferencia significativa.

6.7 Entrenamiento con estándares. Evaluaciones subsiguientes.

Se continuó con la etapa de entrenamiento después del período vacacional utilizando la muestra de agua LM7 como estándar para evaluar las muestras provenientes de la comunidad de mancha. En la tabla 19 se encuentran los valores en la escala de todos los atributos en el estándar (LM7).

Tabla 19. Valores en la escala del estándar LM7

ATRIBUTO	ESCALA
ASPECTO	
brillante	7
limpia	1
densa	1.5
capa en superficie	4
presencia de burbujas	0
OLOR	
Intensidad de olor	2.5
Dulce	1
Humedad	1.5
Nota verde	0.5
Cloro	1
Fresco	1
Tierra mojada	1.5
Salado	1
Amargo	1
Mineral	1.5
Ácido	0
Pasto	0.5
Canela	0.5
Huevo	2

Continuación de la tabla 19. Valores en la escala del estándar LM7

OLOR	
Medicinal	1
Pescado	1
Humo	1.5
Madera	1
Herbal	0.5
SABOR	
Amargo	2
Ácido	1
Salado	1
Dulce	1.5
Metálico	1
Carbonatado	1
Mineral	2
Cloro	1
Tierra	2
Pasto	1
Herbal	1
Fresco	0.5
Cal	1
Huevo	0.5
TEXTURA	
Cuerpo	1.5
Viscosidad	0.5
RESABIO	
Amargo	1.5
Metálico	1
Astringente	1

Estos valores fueron asignados conforme los jueces evaluaron cada uno de los atributos del estándar (LM7) y de esta manera el entrenamiento se realiza presentándoles a cada uno de los jueces el estándar de agua y dos muestras de agua donde primero tienen que evaluar el agua (estándar) y después las muestras de esta manera pueden comparar el valor de la intensidad de cada uno de los atributos presentes en el estándar y comparar con las muestras de agua a evaluar. En esta parte del entrenamiento del panel se utilizaron una muestra más de agua que fue PIN 5 Purificador Cede proveniente del Piñonal.

Continuamos con el entrenamiento ya que después del periodo vacacional el panel estaba un poco desajustado y esto lo notamos calculando coeficientes de variación evaluando dos muestras de agua de la comunidad La Mancha (Figuras 25, 26, 27, 28, 29)

Donde podemos observar en la figura 25 los atributos de aspecto de *limpia* y *presencia de burbujas* estaban altos en el caso de los atributos de olor se encontraban altos los coeficientes de variación en nota *verde, amargo, ácido, pasto, canela, huevo, medicinal, pescado y herbal*. En la figura 27 los atributos de sabor que estaban más desajustados son *pasto, herbal y huevo*. En el caso del atributo de *viscosidad* también lo encontramos alto en el coeficiente de variación y en el atributo resabio se encuentra alto el coeficiente de variación en *astringente*. Teniendo en cuenta estos atributos que se encuentran muy arriba del 60% del coeficiente de variación se continuó entrenando con estándares.

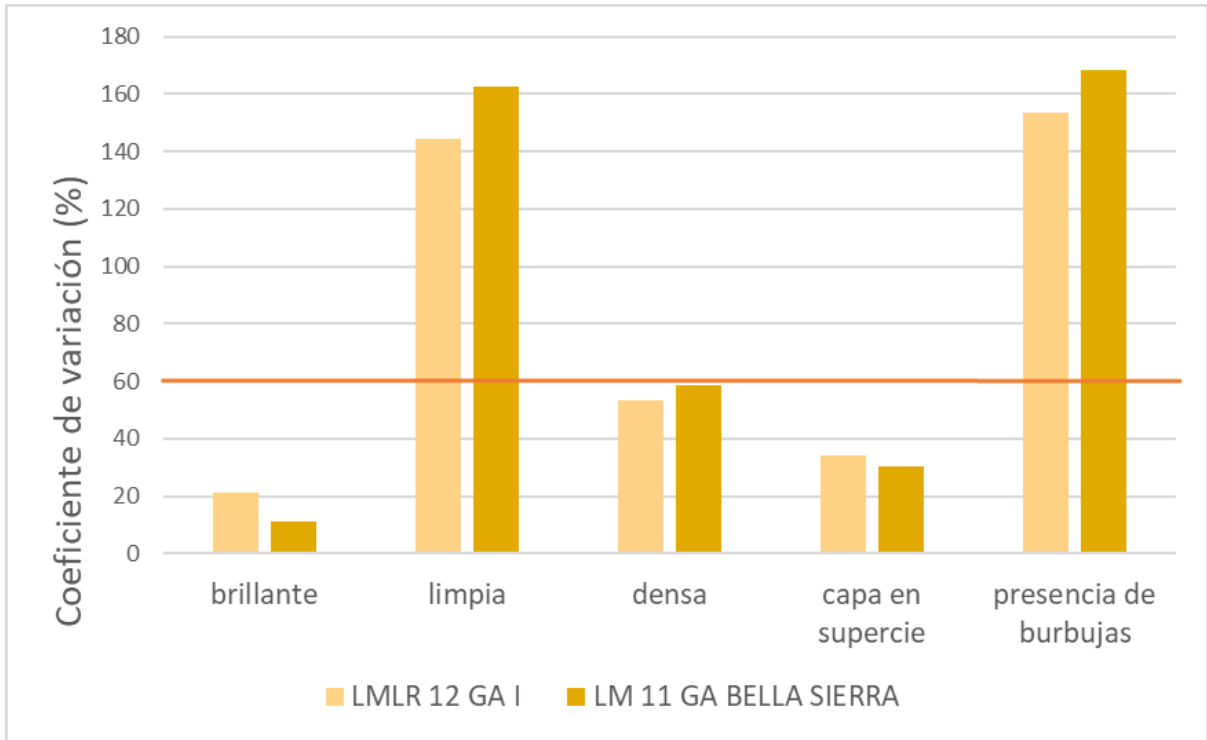


Figura 25. Coeficiente de variación de atributos de aspecto presentados en la primera evaluación después de vacaciones. El valor deseable es menor al 60% (línea roja) y este criterio se aplica en todos los gráficos donde se muestra el coeficiente de variación.

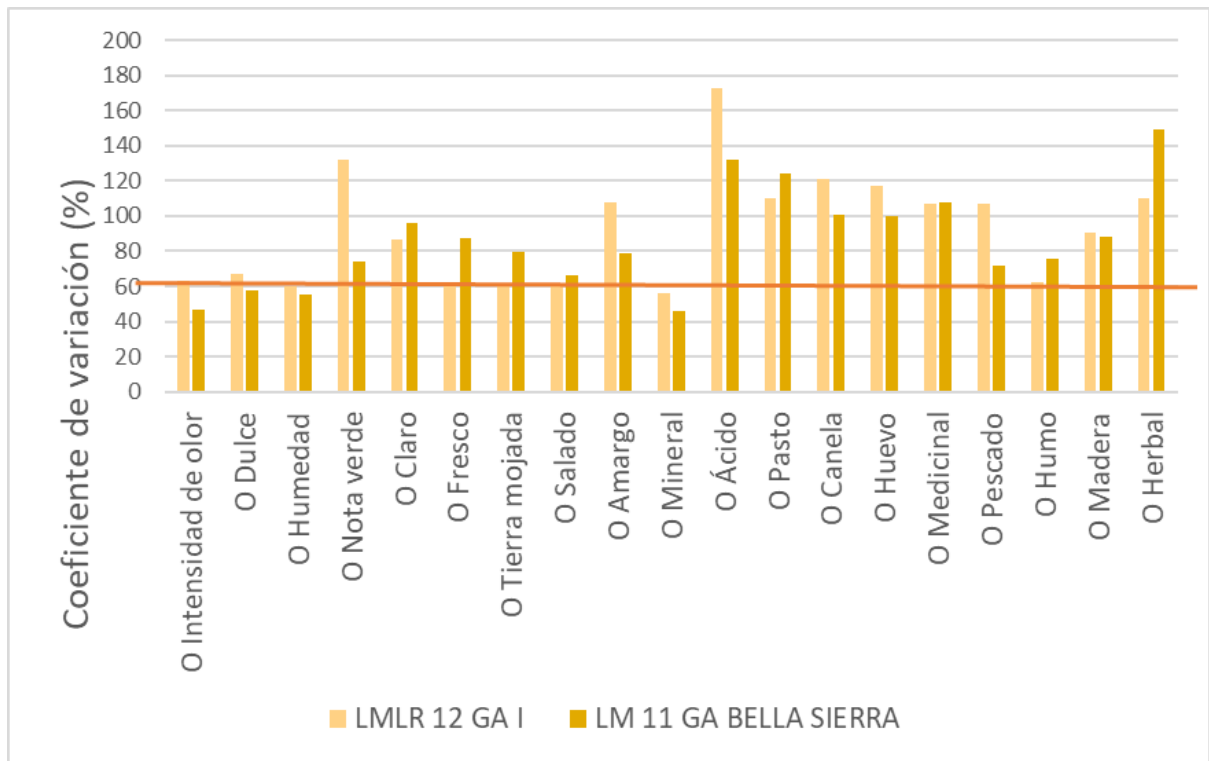


Figura 26. Coeficientes de variación de atributos de olor presentados en la primera evaluación de los jueces después de vacaciones. El valor deseable es menor a 60% (línea roja).

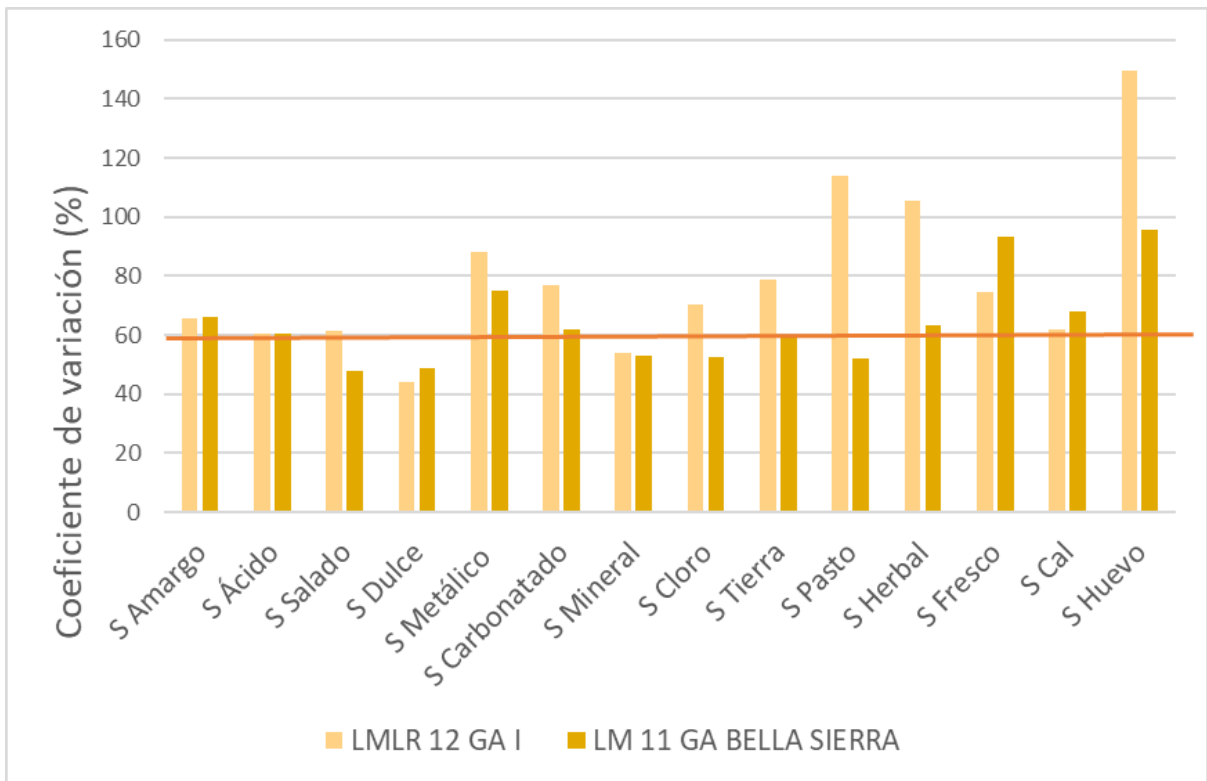


Figura 27. Coeficientes de variación de atributos de sabor presentados en la primera evaluación de los jueces después de vacaciones. El valor deseable es menor a 60% (línea roja).

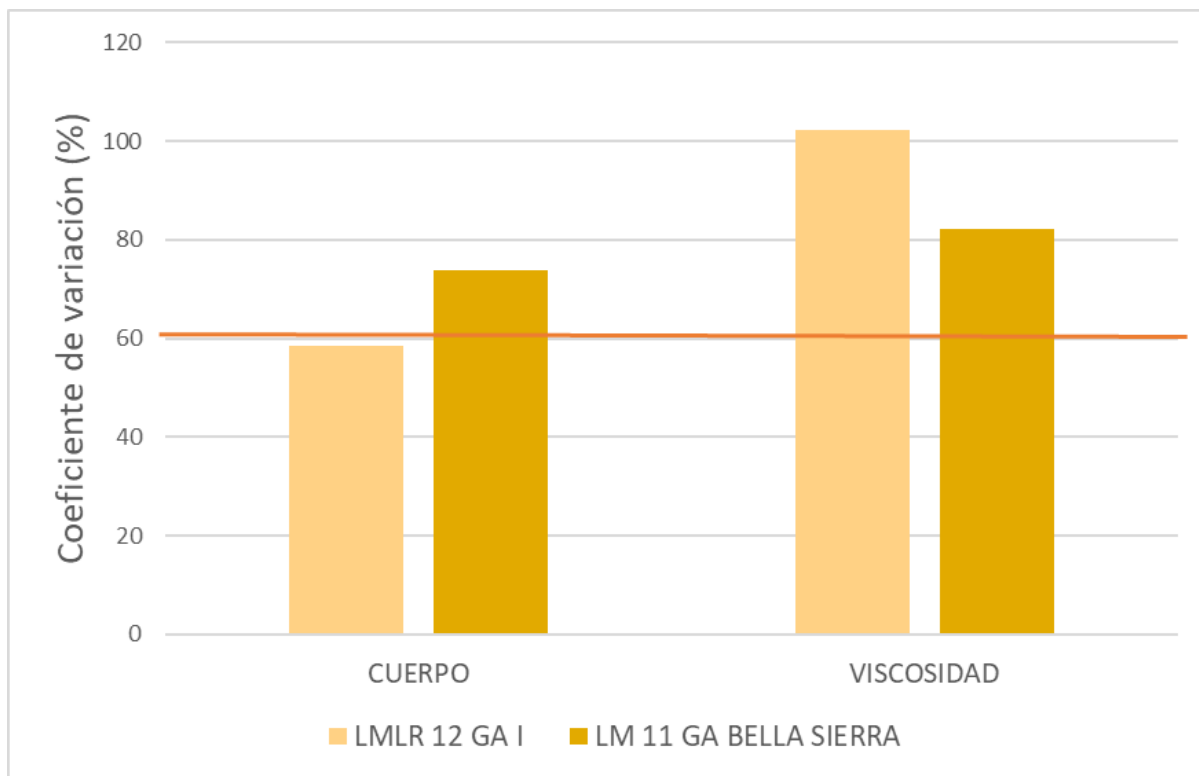


Figura 28. Coeficientes de variación de atributos de textura presentados en la primera evaluación de los jueces después de vacaciones. El valor deseable es menor a 60% (línea roja).

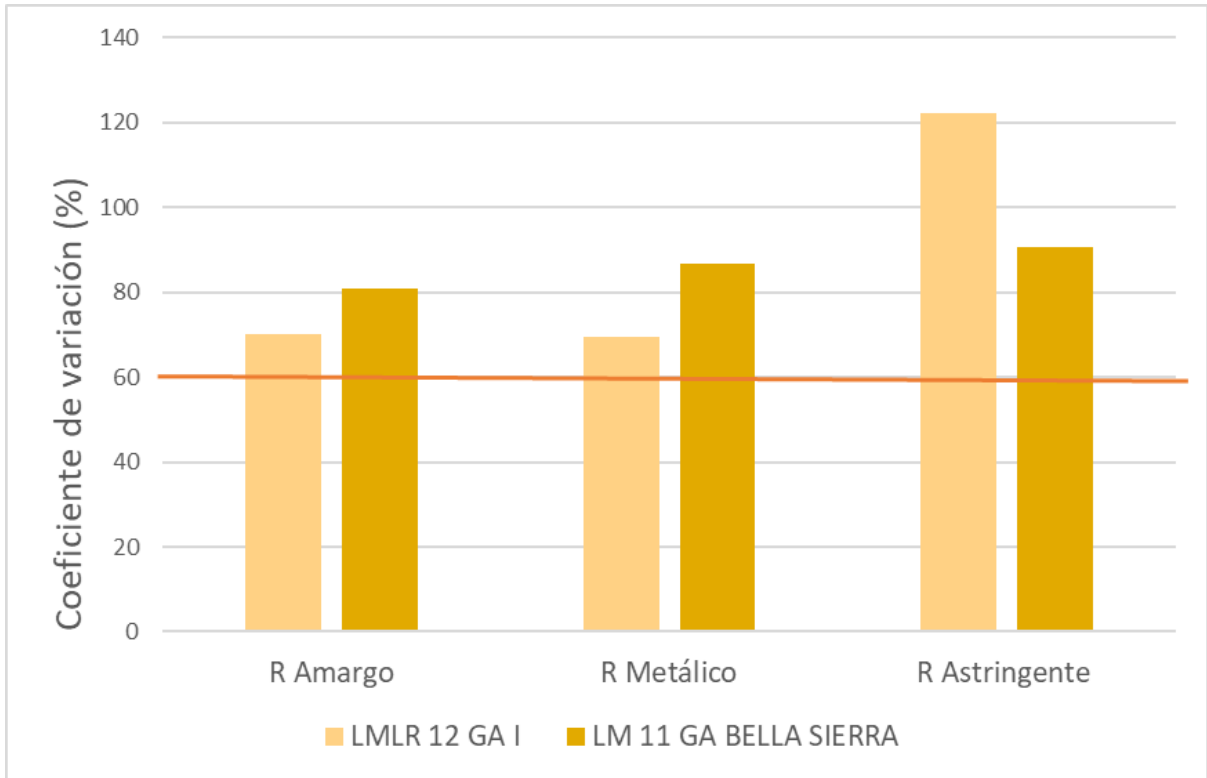


Figura 29. Coeficientes de variación de atributos de resabio presentados en la primera evaluación de los jueces después de vacaciones. El valor deseable es menor a 60% (línea roja).



Figura 30. Ejemplo de estándares de sabor y olor presentados al panel de evaluación sensorial de agua. Fotografía de autoría propia.

En la figura 31 se muestran el ejemplo de algunos estándares de sabor y olor en los que se necesitaba ajustar los jueces y también en esta etapa se comenzó con un entrenamiento personalizado con cada juez en los atributos que presentaban diferencia con el resto del panel y como ya se mencionó anteriormente son algunos de los atributos que salieron altos en el coeficiente de variación.



Figura 31. Ejemplo de estándares de sabor y olor presentados al panel de evaluación sensorial de agua. Fotografía de autoría propia.



Figura 32. Jueces del panel de agua evaluando. Fotografía de autoría propia.



Figura 33. Entrenamiento individual de los jueces del panel de evaluación sensorial de agua. Fotografía propia.

En la tabla 20 se muestra los estándares de olor, sabor y resabio que fueron utilizados en esta etapa del entrenamiento para que a los jueces se les facilitará más identificar estos atributos en el caso se encontraran en alguna de las muestras de agua. En esta tabla (tabla 20) también se muestra el valor en la escala en la que se encontraban estos estándares y así los jueces podían realizar una mejor comparación. Cabe mencionar que, en el caso de los atributos de sabor *amargo*, *pasto herbal*, *fresco*, *huevo* y *cal* fue necesario que los jueces evaluaran primeramente estos atributos y después la muestra ya que se encontró que estos estándares podrían estar saturando mucho el paladar de los panelistas y por ende enmascarando los sabores que pudiera tener la muestra, porque tenemos que recordar que se está evaluando agua que un producto que tiene la intensidad de sabor y olor baja.

Tabla 20. Valor en la escala de estándares de olor, sabor y resabio.

Atributo	Estándares de olor	Escala
Nota verde	Olor Nota verde (Saborizante Marca Lucta)	8
Cloro	Cloro (Marca Cloralex)	6
Ácido	Cáscara de limón rayado	7
Pasto	Olor pasto (Saborizante Marca Deiman)	8
Canela	Olor canela (Saborizante Marca Ungerer, México)	6
Herbal	Olor herbales albahaca (Saborizante Marca Lucta)	7
Huevo	Huevo cocido ¹ (Marca Bachoco)	9
Medicinal	Jarabe para la tos (Marca Histiakil)	7
Madera	Olor madera (Saborizante Marca Llucta)	5
Atributo	Estándares de sabor	Escala
Huevo	Huevo cocido ¹ (Marca Bachoco)	9
Ácido	Ácido cítrico (0.21 g/L) Marca J.T. Baker	7
Amargo	Cafeína (0.26 g/L) Marca J.T. Baker	9
Dulce	Sacarosa (5.92 g/L) Marca J.T. Baker	6
Pasto/Herbal	Nota verde (Saborizante Marca Lucta)	8
Fresco	Halls de Menta diluidas	7

Continuación de la tabla 20. Valor en la escala de estándares de olor, sabor y resabio.

Atributo	Estándares de resabio	Escala
Cal	Cal (Adquirida en Tortillería "Tortillas del Sur", Xochimilco)	7
Astringente	Vino tinto (Marca Don Simón)	8

Huevo duro cocido partido en 4 junto con yema y clara¹

Se realizó un análisis de varianza para evaluar el efecto del producto (Figura 34) un gráfico de componentes principales de los atributos que presentan diferencia significativa (Figura 35) y un diagrama de clúster (Figura 36). Estos se realizaron considerando las muestras, los jueces y las réplicas (para cada uno de los análisis se realizaron 2 réplicas por juez en diferente día cada evaluación). Los resultados analizados fueron de las muestras LMLR 12 GA I y LM 11 GA BELLA SIERRA de la comunidad La Mancha, se realizó una réplica por cada uno de los jueces para todos los análisis.

El efecto del producto con el análisis de varianza (Figura 34) fue significativo para los atributos de sabor metálico, sabor tierra y sabor cal.

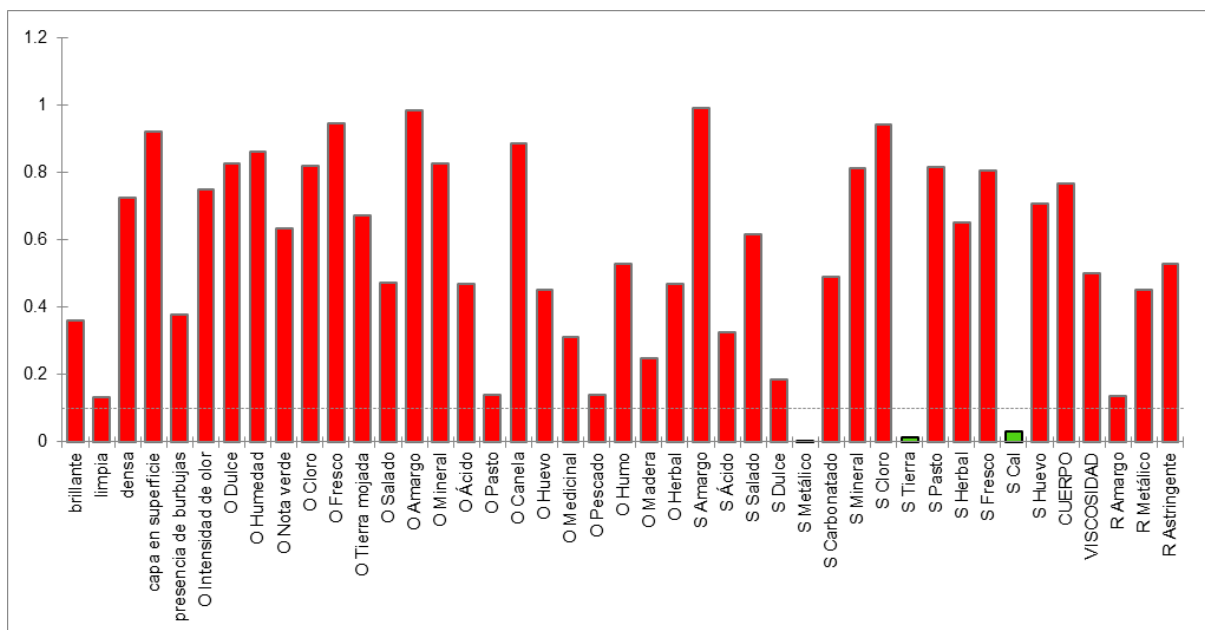


Figura 34. Efecto producto para cada descriptor (ANOVA, valores-p), con la línea punteada indicando 0.05. Con O: olor, S: sabor, R: resabio.

Para poder evaluar la varianza entre los resultados obtenidos por los jueces, para los atributos en los que el efecto del producto fue significativo, se realizaron gráficas de componentes principales (Figura 35) para cada uno de estos atributos, en las que se puede observar que en los atributos de sabor *metálico*, *tierra* y *cal* mostrando un menor consenso ya que la evaluación de los jueces aparecen correlacionados tanto con el componente 1 y el componente 2 y no en un solo cuadrante como se esperaría.

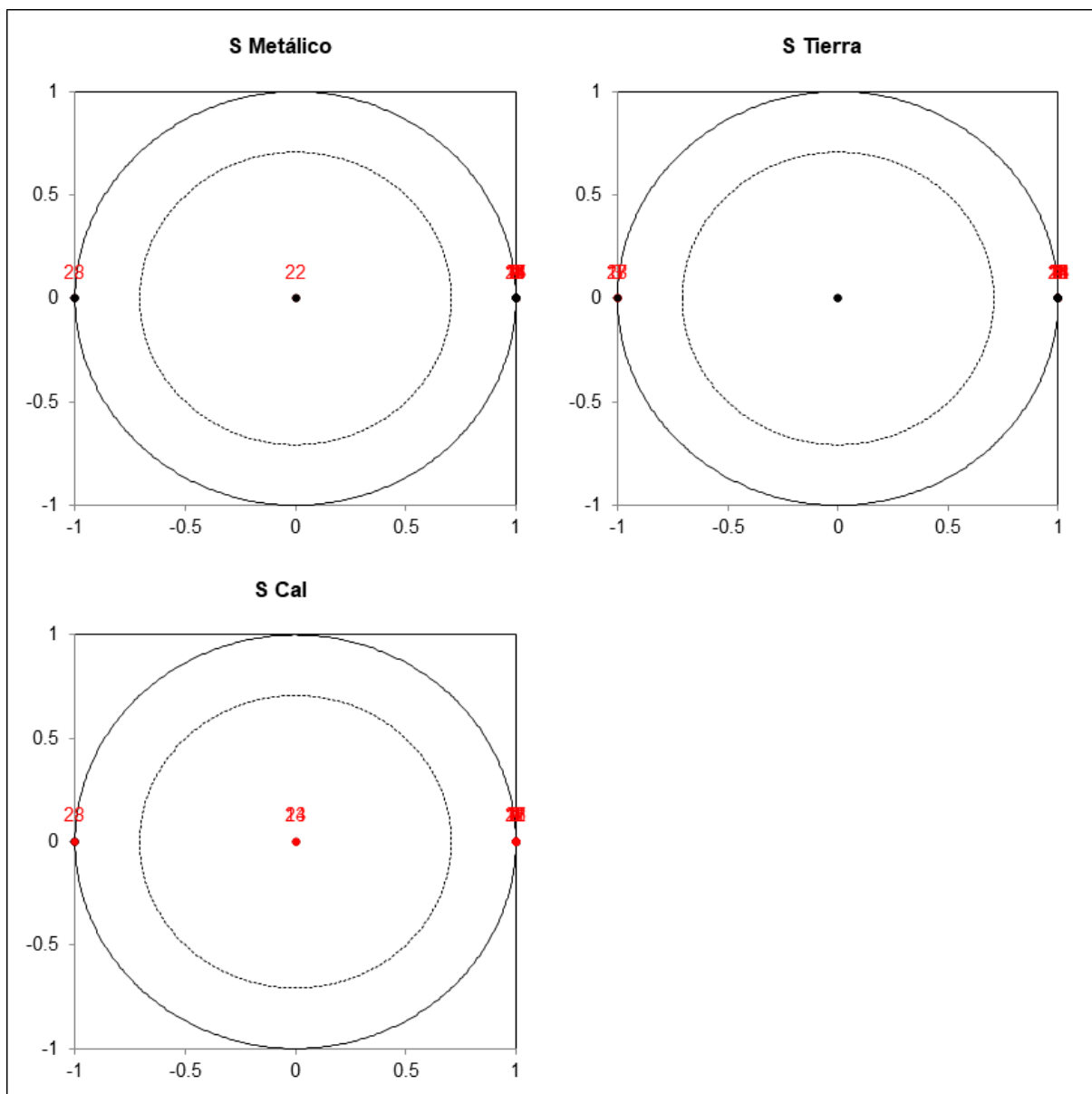


Figura 35. Gráficos de componentes principales de los atributos de sabor metálico, tierra y cal.

En la evaluación de las muestras LMLR 12 GA I y LM 11 GA BELLA SIERRA que se realizaron por duplicado en diferentes sesiones para comparar el entrenamiento del panel y como se puede observar en la figura 36 los jueces 1, 14, 4 y 9 están evaluando de manera diferente al resto del panel es por eso que con estos jueces se tiene que seguir trabajando individualmente para que se puedan homogeneizar de mejor manera con el resto del panel.

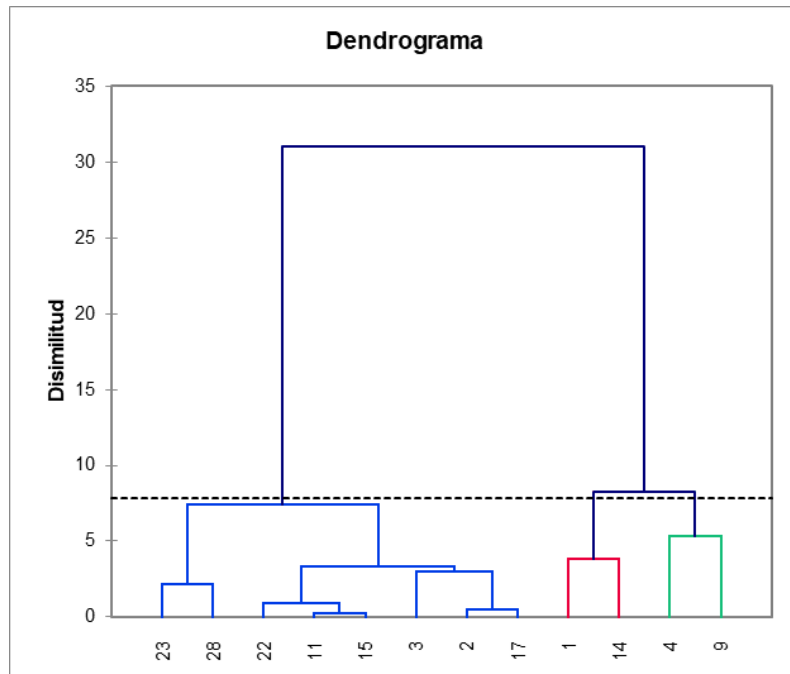


Figura 36. Diagrama de clúster de los resultados de la evaluación de la similitud entre la evaluación de los jueces.

Continuando con el entrenamiento individual de cada juez se determinaron los coeficientes de variación para cada uno de los atributos y donde se mostró de una manera general una disminución en comparación con evaluaciones anteriores. En la figura 37 se muestran los promedios de los coeficientes de variación de muestras de aguas de la comunidad de La Mancha.

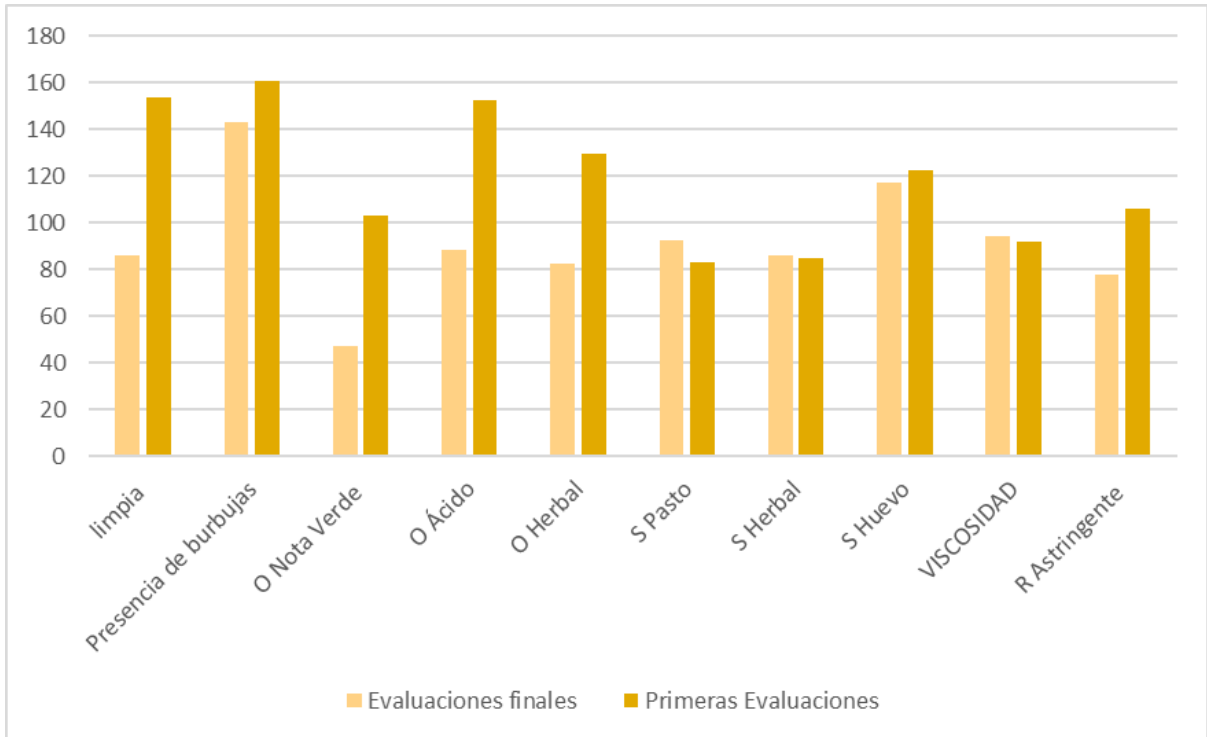


Figura 37. Coeficiente de variación promedio para diferentes atributos con aguas de la comunidad de La Mancha, Evaluaciones finales vs Primeras evaluaciones.

O: Olor, S: Sabor.



Figura 38. Ejemplo de presentación de muestras para la realización de los perfiles finales de muestras de agua. Fotografía de autoría propia.

6.8 Perfil Sensorial

El Análisis de Componentes Principales (PCA) se realizó separando las muestras por comunidad: Las Barrancas, Piñonal y La Mancha, estos gráficos se presentan en las figuras 39, 40,

- **Muestras de la comunidad Las Barrancas:**

En la figura 39 se muestra el gráfico de PCA de los atributos de aspecto y textura donde el componente 1 explica el 60.07% de la variabilidad de las muestras y componente 2 explica 11.85% y entre ambos componentes explicaron el 71.2% de la variabilidad de las muestras.

La muestra BAR 1 POZO y la muestra Bar III se encuentran correlacionadas positivamente al componente 1 y 2, caracterizándose por el atributo de textura de *cuerpo* y por el atributo de apariencia de *densidad*.

Las muestras Bar 11 Pozo, Bar 10 Pozo, Bar II y Bar 6 Pozo se encuentran correlacionadas positivamente al componente 1 pero negativamente al componente 2, caracterizándose por el atributo de *limpia* y presentan textura *viscosa*.

Las muestras Bar 9 Pozo, Bar 10 E, Bar 5 Pozo, Bar 2 Pozo y Bar 6 GA se encuentran correlacionadas negativamente al componente 1 y 2 siendo características por el *brillo*.

Las muestras Bar 3 Pozo (P/tomar), Bar 8 GA, Bar I, Bar 4 Pozo y Bar 8 Pozo se correlacionan negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2, caracterizándose de mayor manera por presentar *capa en superficie* y *presencia de burbujas*.

Las muestras Bar I, Bar II y Bar III presentaron diferencias en apariencia y textura entre ellas y estas muestras fueron de las primeras que se evaluaron y también fueron tomadas al mismo tiempo en comparación con las otras muestras.

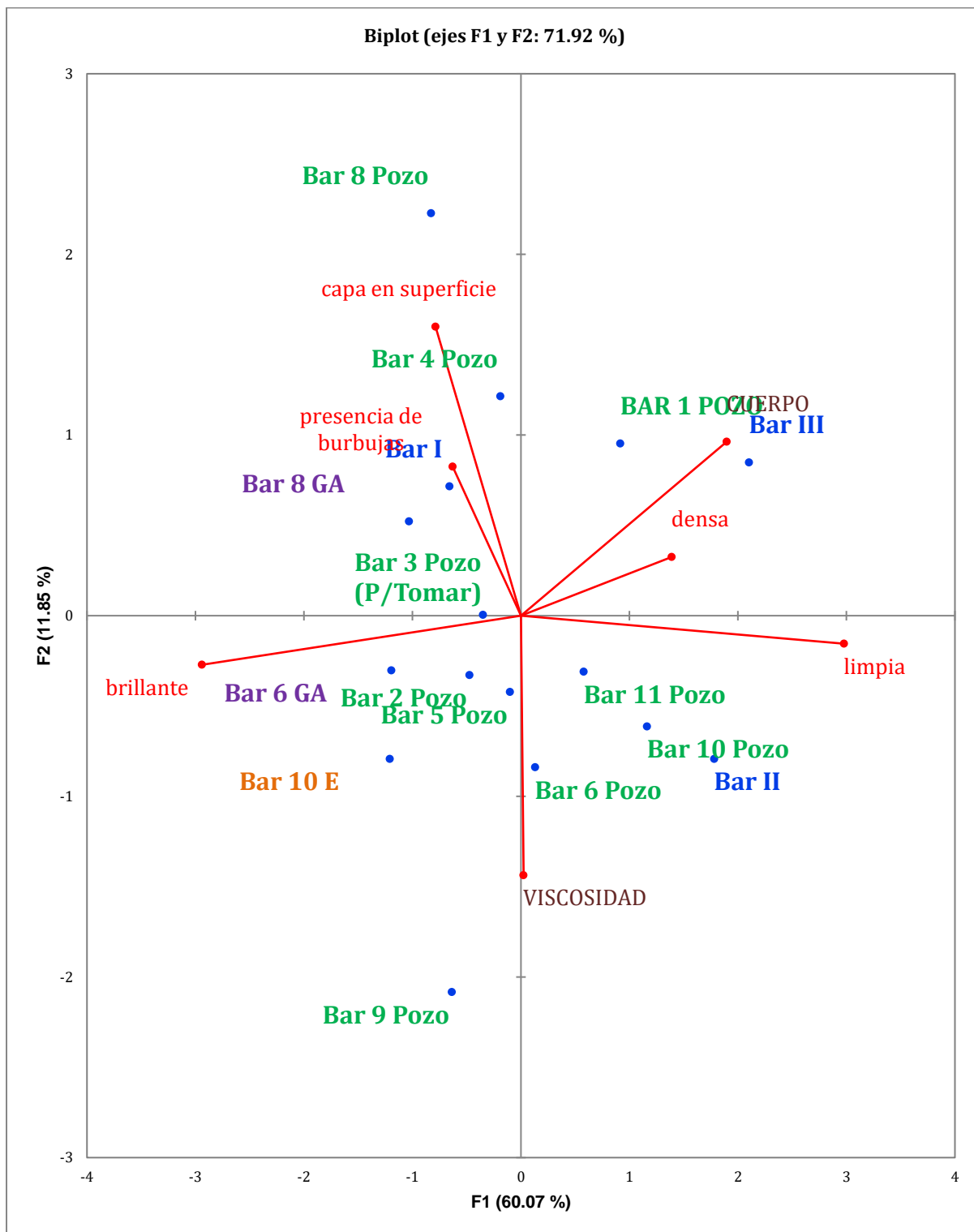


Figura 39. Gráfico de PCA para los atributos de aspecto y textura de las muestras de la comunidad Las Barrancas. aspecto (color rojo), TEXTURA (color vino).

La representación de los resultados en gráfica radial se presenta en la figura 40, 41, 43 y 44. En la figura 40 en ella se puede observar los atributos de las 16 muestras de la comunidad Las Barrancas correspondientes a los atributos de aspecto y en color rojo se encuentran los atributos que presentaron diferencia significativa.

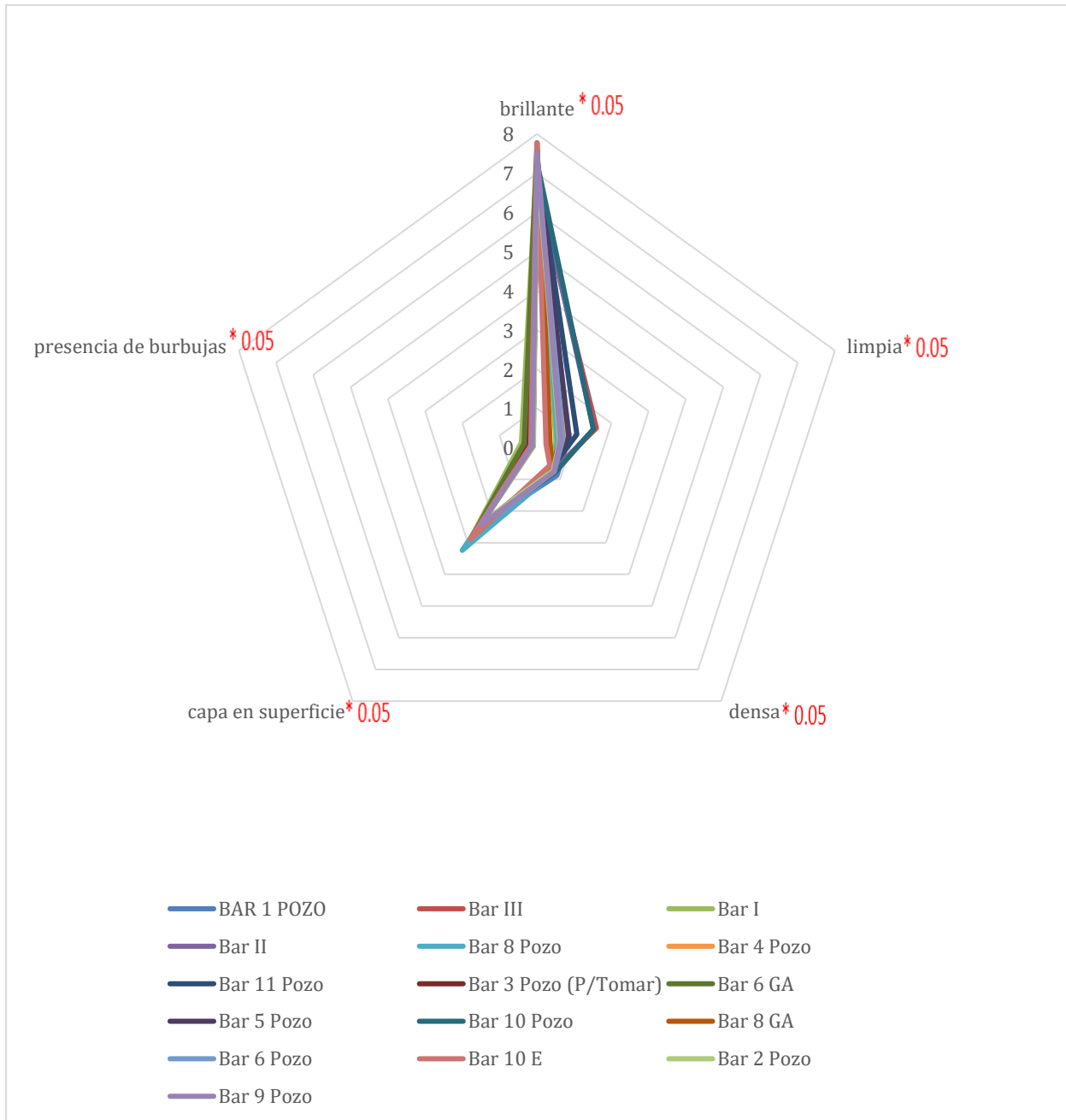


Figura 40. Gráfico radial para los atributos de aspecto para muestras de la comunidad Las Barrancas

En la figura 41 se muestran los atributos de textura y resabio para las 16 muestras de la comunidad las Barrancas, donde todos los atributos están marcados con rojo ya que presentan diferencia significativa. Siendo el atributo de *viscosidad* (textura) el que mayores diferencias numéricas presenta entre las muestras.

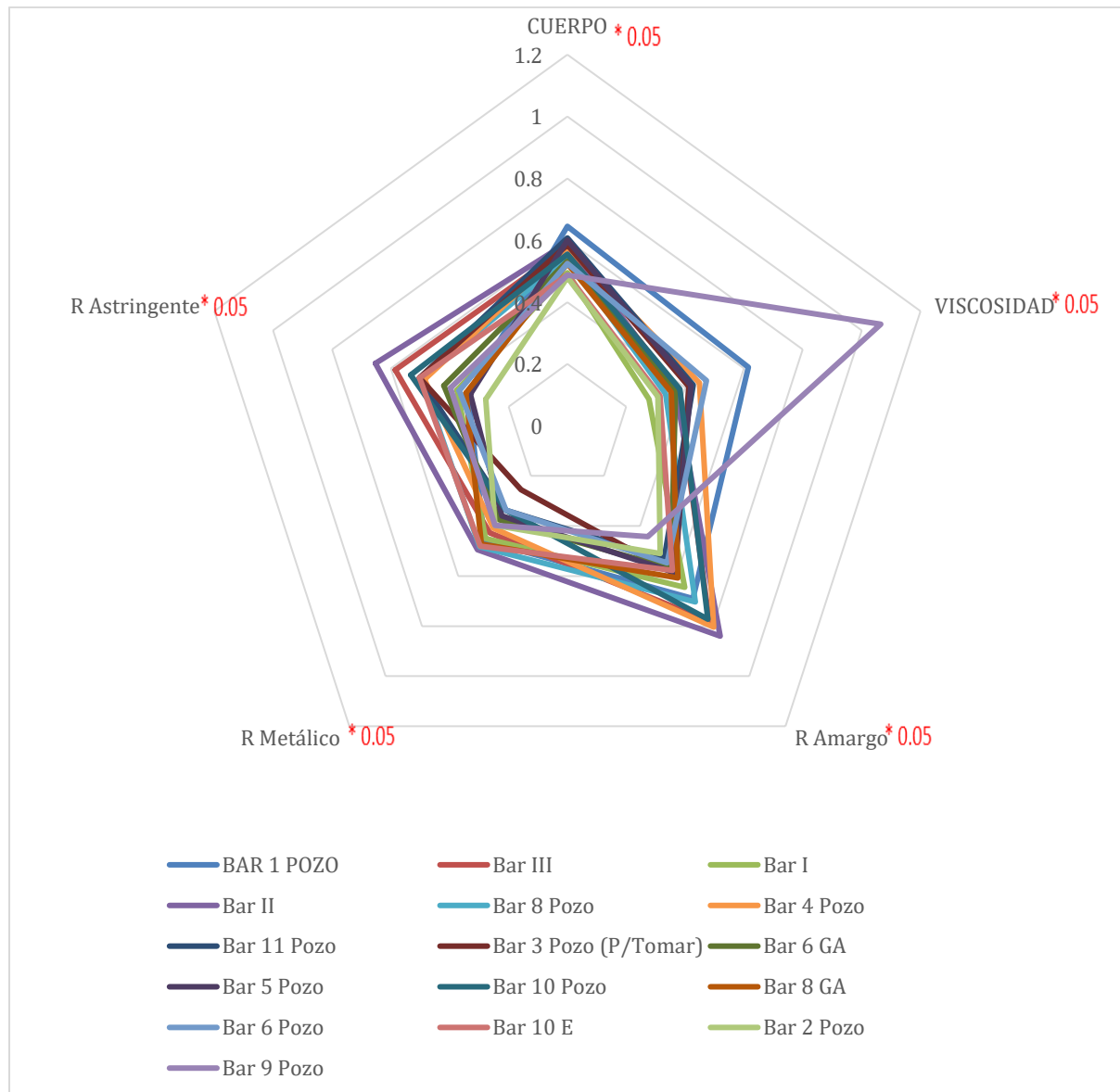


Figura 41. Gráfico radial para los atributos textura y resabio para las muestras de la comunidad Las Barrancas

En la figura 42 se muestra el gráfico de Análisis de Componentes Principales para los atributos de olor, sabor y resabio de muestras de agua de la comunidad Las Barrancas, donde el componente 1 explica el 18.74% de la variabilidad de las muestras, el componente 2 explica el 12.31% de la variabilidad de las muestras y entre ambos componentes explicaron el 31.05% de la variabilidad de las muestras.

Las muestras Bar II, BAR 1 POZO y la muestra Bar III se encuentran correlacionadas positivamente al componente 1 y al componente 2, se caracterizan por olores como *pescado, ácido, canela, madera, una intensidad de olor general, mineral, herbal, medicinal, huevo, nota verde, fresco, pasto y salado*. También por tener sabores como *salado, carbonatado, amargo, cal, huevo, mineral, ácido y pasto*. En el caso de resabio por tener *astringencia, amargo y metálico*.

Las muestras Bar 4 Pozo, Bar 10 Pozo y Bar 8 Pozo se encuentran correlacionadas positivamente al componente 1 pero negativamente al componente 2, caracterizándose por olores a *tierra mojada, amargo, humo, humedad, dulce y cloro*. De igual manera se caracterizan por sabores a *tierra, herbal, cloro, fresco y metálico*.

Las muestras Bar 5 Pozo, Bar 9 Pozo, Bar 3 Pozo (P/Tomar), Bar 6 Pozo, Bar 6 GA, Bar 2 Pozo se encuentran correlacionadas negativamente al componente 1 y también negativamente al componente 2 siendo características por el sabor *dulce*.

Las muestras Bar 8 GA, Bar 10 E, Bar I y Bar 11 Pozo están correlacionadas negativamente al componente 1 pero positivamente al componente 2. Estas muestras no presentaron atributos con alta intensidad.

Las muestras Bar II y Bar III poseen las mismas características en atributos de olor, sabor y resabio pero son diferentes de la muestra Bar I.

Lo que podemos decir es que las muestras Bar II y Bar III a pesar de ser diferentes en apariencia y textura son iguales en su olor, sabor y poseen resabios *amargo, metálico y astringente*.

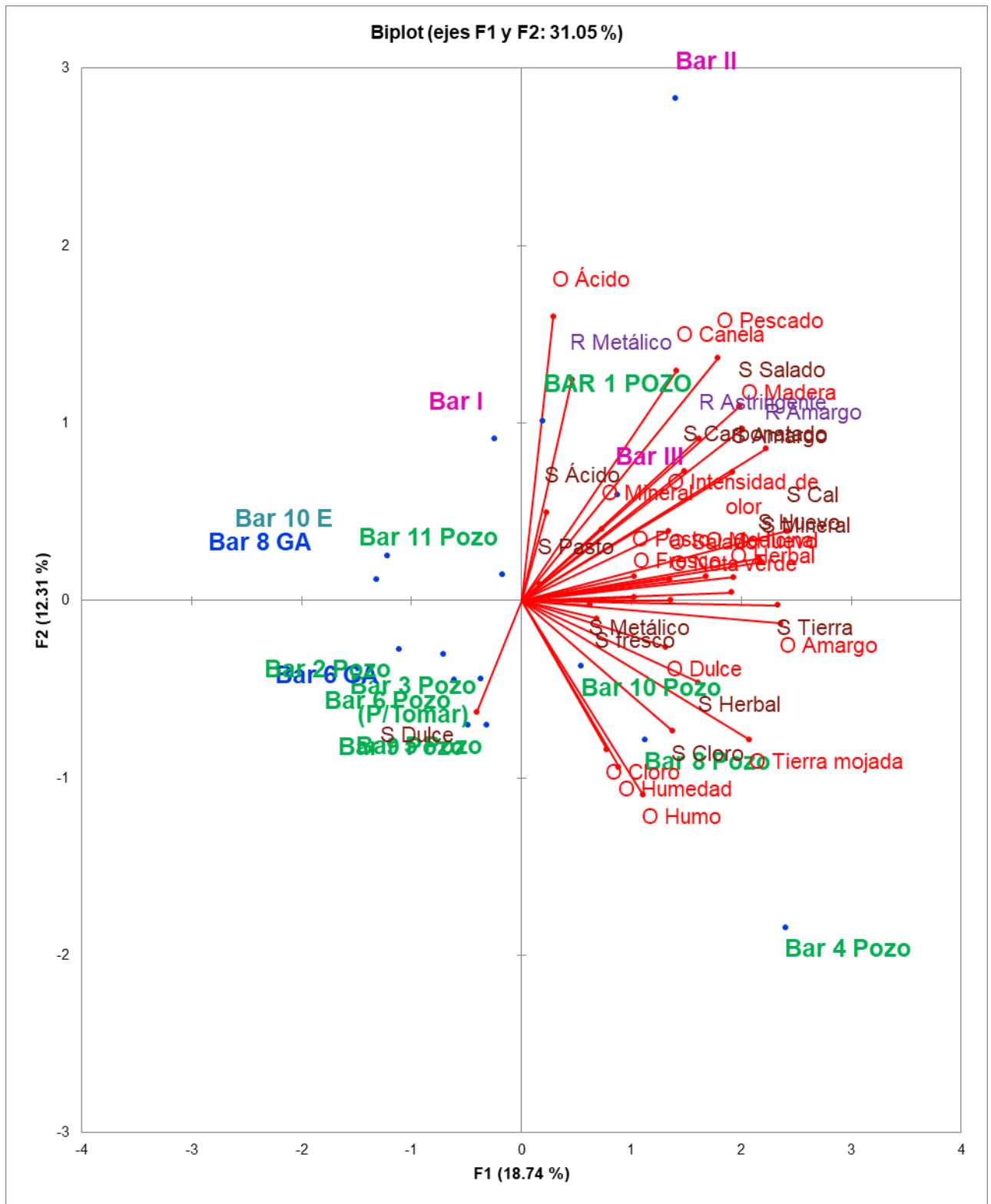


Figura 42. Gráfico de PCA para los atributos de olor, sabor y resabio de las muestras de la comunidad Las Barrancas. O: olor, S: Sabor, R: resabio.

En la Figura 43 se muestran los atributos de olor correspondientes a las muestras de la comunidad Las Barrancas, todos los atributos están marcados en rojo ya que presentaron diferencia significativa. Siendo el atributo de *intensidad de olor* el que mayores diferencias numéricas presenta entre muestras.

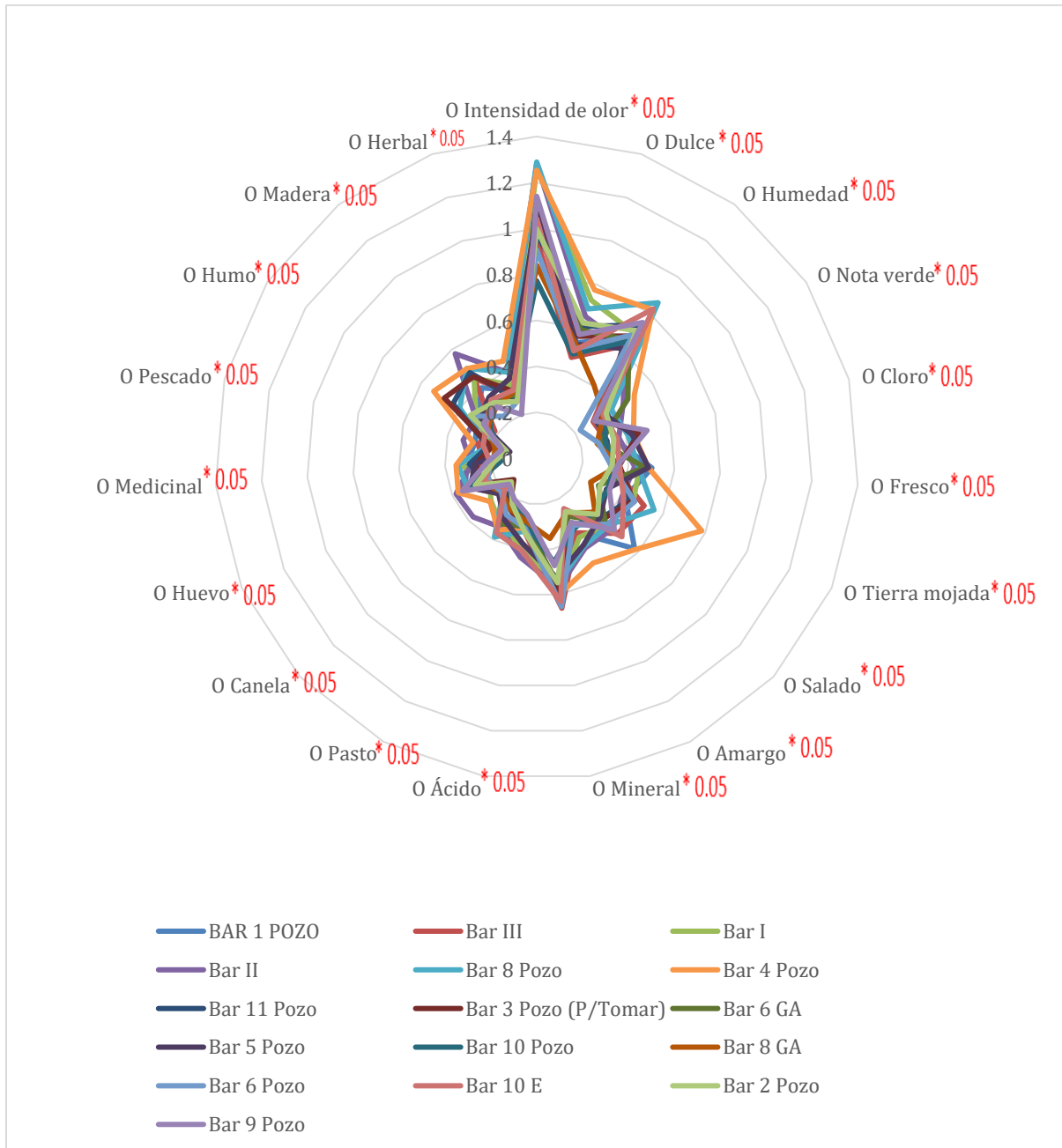


Figura 43. Gráfico radial para los atributos de olor para muestras de la comunidad Las Barrancas

En la figura 44 se muestran los atributos de sabor para las 16 muestras de la comunidad las Barrancas, siendo los atributos de color rojo los que presentaron diferencia significativa y en los atributos en color azul lo que no presentaron diferencia significativa.

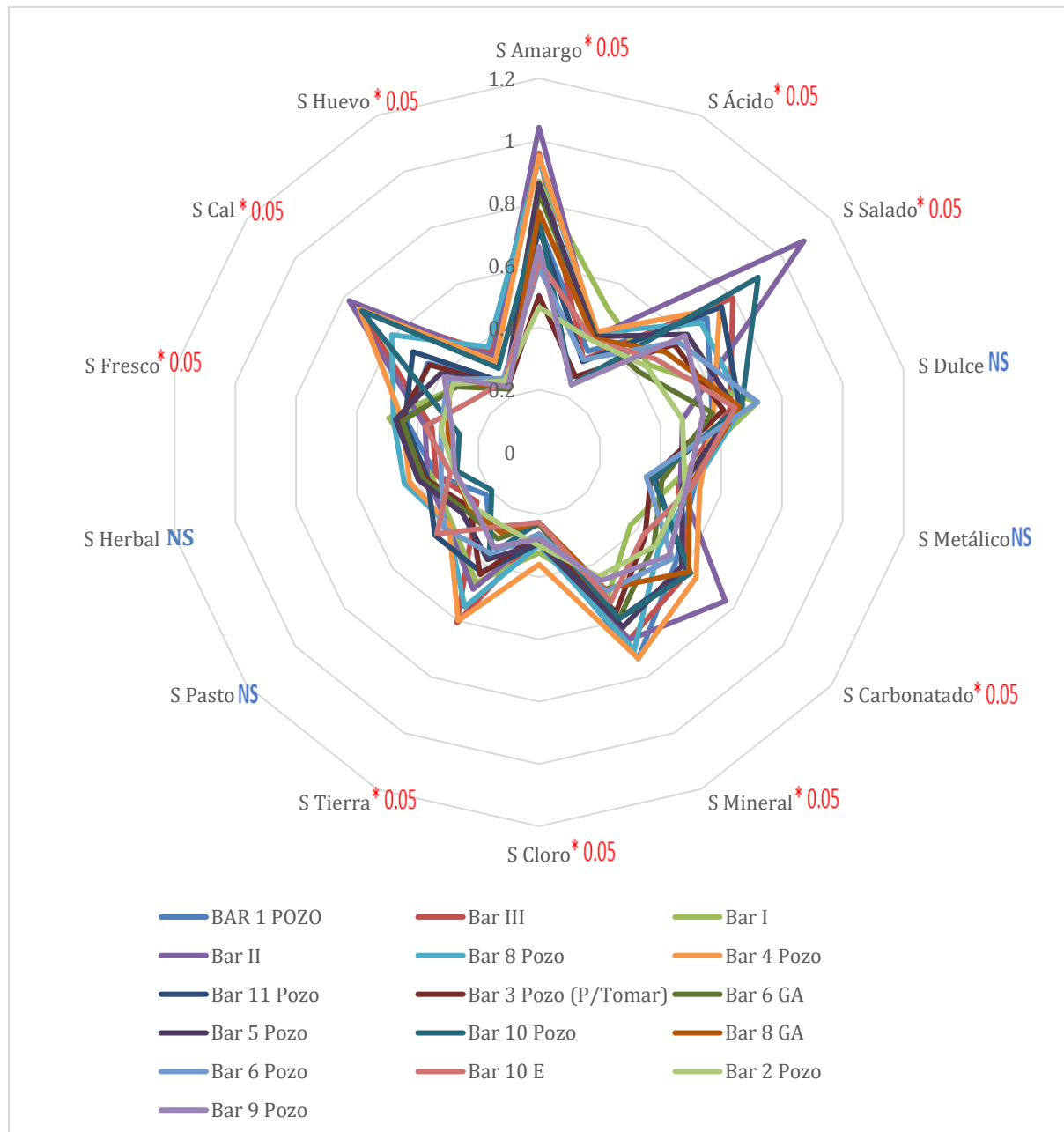


Figura 44. Gráfico radial para los atributos de sabor para muestras de la comunidad Las Barrancas

- **Muestras de la comunidad Piñonal:**

En la figura 45 se muestra el gráfico de PCA de los atributos de aspecto y textura donde el componente 1 explica el 48.86% de la variabilidad de las muestras y componente 2 explica 28.40% y entre ambos componentes explicaron el 77.26% de la variabilidad de las muestras.

Las muestras PIN 12 11 GA E, PIN 9 GA AL, PIN 14 13 GA SM, PIN 1 AL, PIN 1 POZO, PIN 2 GA BO, PIN 6 GA, PIN 1 POZO, PIN 4 GA E, PIN 6 POZO (LLAVE), PIN 11 LLAVE POZO, PIN 7 LLAVE y PIN 9 (POTABLE) POZO. Se correlacionan positivamente al componente 1 y positivamente al componente 2 y se caracterizan por aspecto *brillante* y *capa en superficie*.

Las muestras Jamapa II, Jamapa I, Jamapa III, PIN 1 YALAGUA G, PIN 10 LLAVE y PIN 2 POZO (), se correlacionan positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2. Estas muestras se caracterizan por la *presencia de burbujas*.

Las muestras PIN 5 POZO, PIN 15 POZO, PIN 17 POZO, PIN 8 POZO, PIN 2 POZO, PIN 3 POZO LLAVE y PIN 19 18, están correlacionadas negativamente al componente 1 y también negativamente al componente 2. Se caracterizan por los atributos de *aspecto limpio* y *denso*. También por el *cuerpo* y la *viscosidad*.

Las muestras PIN 4 GA, PIN 4 LLAVE POZO, PIN 13 LLAVE F y PIN 16 POZO están correlacionados negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2, no tuvieron atributos correlacionadas a ellas es decir no presentan atributos con alta intensidad.

Las muestras Jamapa I, II y III son parecidas en la apariencia ya que presentan *presencia de burbujas* y estas muestras fueron tomadas al mismo tiempo y se encuentran cerca entre ellas de donde fueron obtenidas.

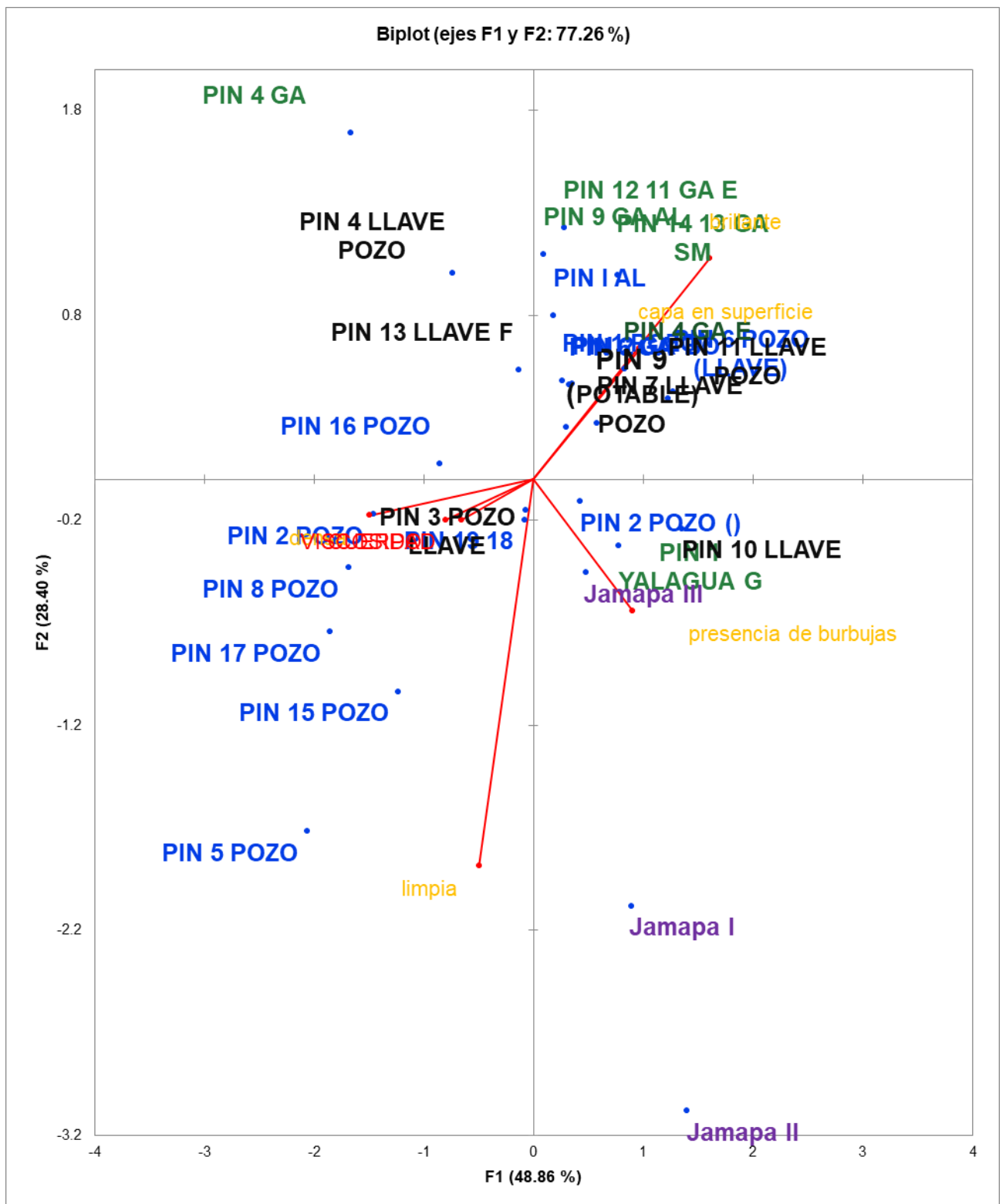


Figura 45. Gráfico de PCA para los atributos de aspecto y textura de las muestras de la comunidad Piñonal. aspecto (color amarillo), TEXTURA (color rojo).

La representación de los resultados en su gráfica radial en la figura 46, 47, 49 y 50. En la figura 46 se muestran los atributos de aspecto para las muestras de la comunidad Piñonal, en color rojo se presentan los atributos que presentan diferencia significativa.

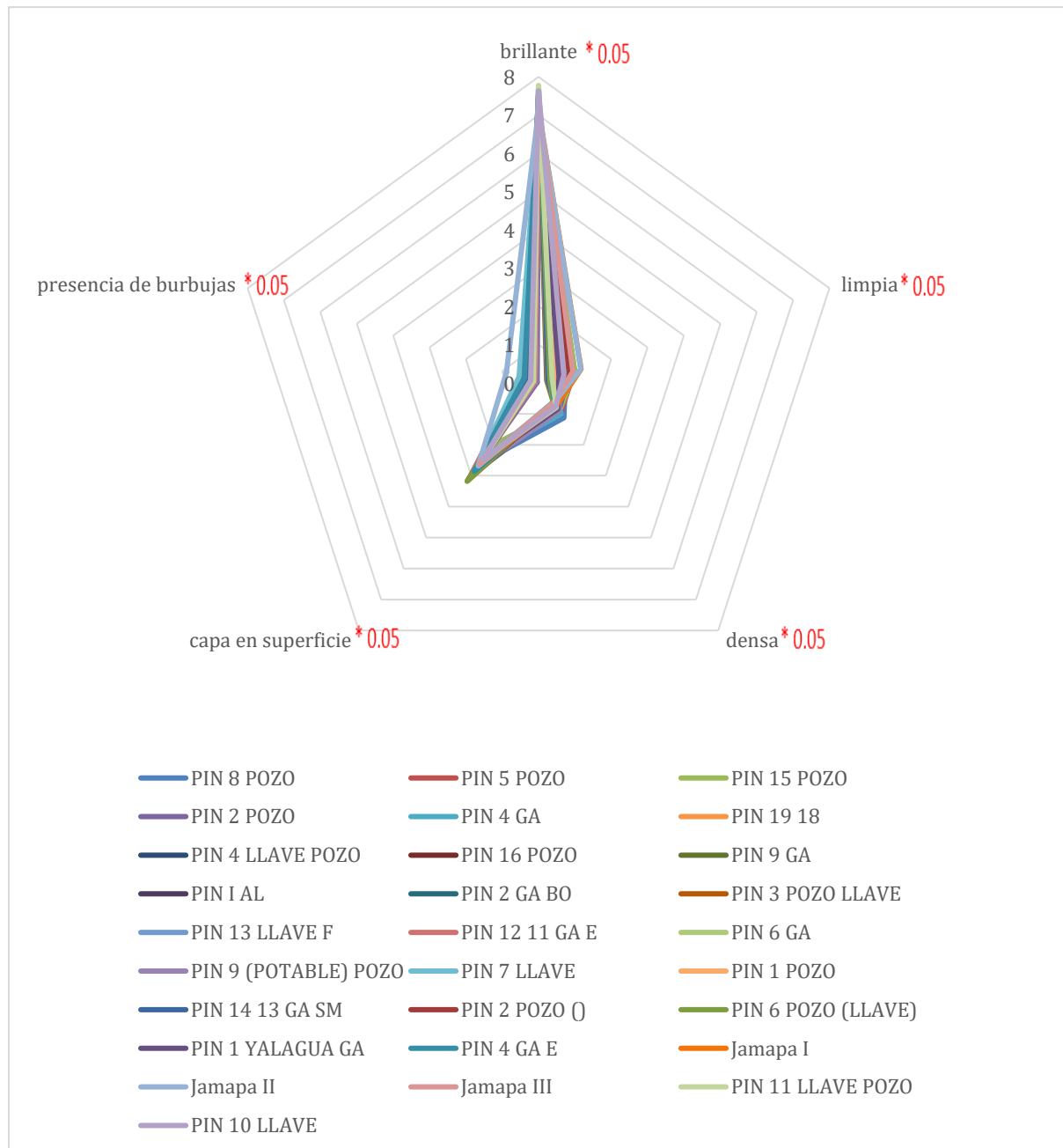


Figura 46. Gráfico radial para los atributos de aspecto para las muestras de la comunidad Piñonal.

En la figura 47 se muestran los atributos de textura y resabio de las muestras Piñonal, los atributos en rojo presentan diferencia significativa.

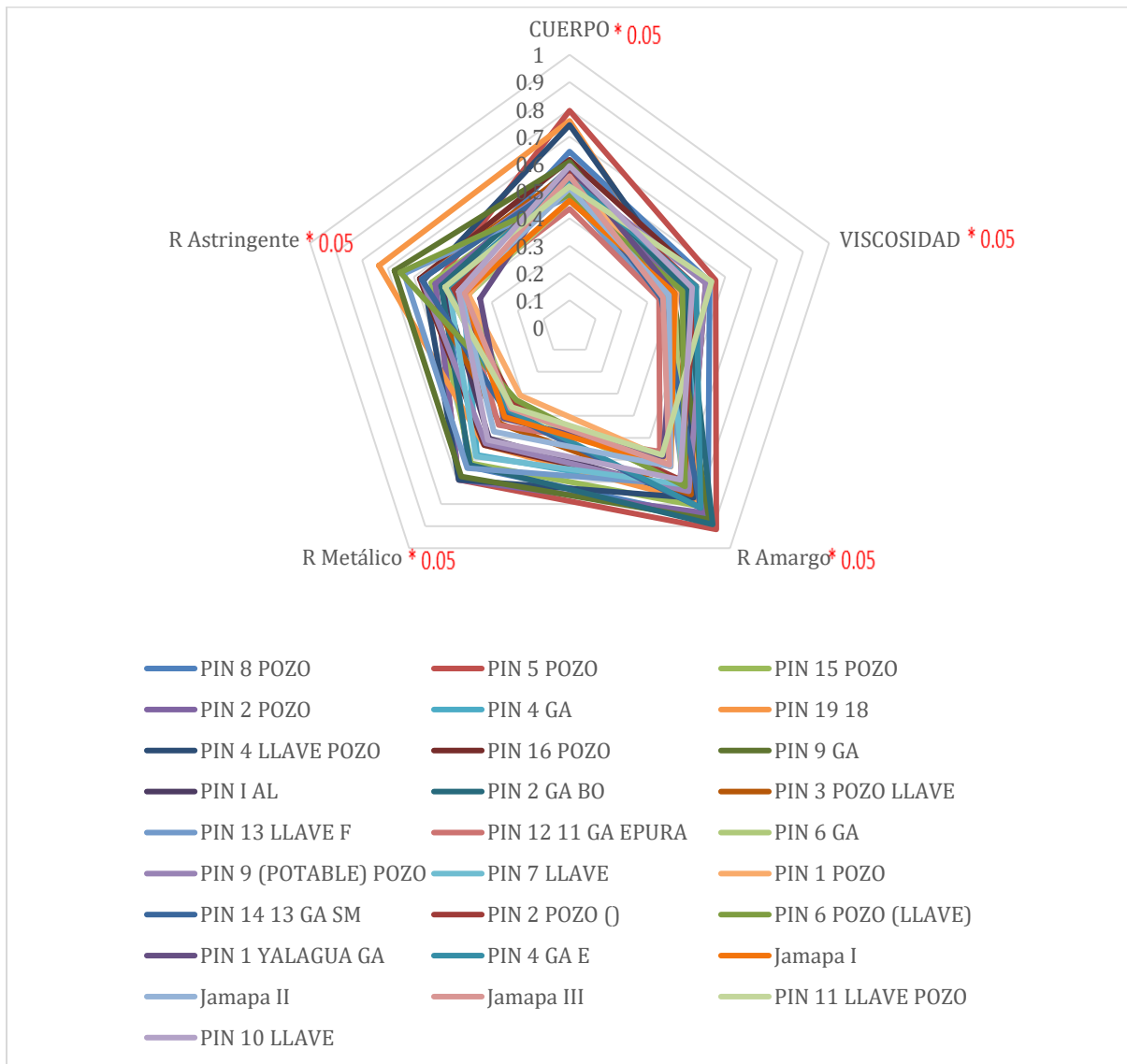


Figura 47. Gráfico radial para los atributos de aspecto y resabio para las muestras de la comunidad Piñonal.

En la figura 48 se muestra el gráfico de Análisis de Componentes Principales para los atributos de olor, sabor y resabio de muestras de agua de la comunidad Piñonal donde el componente 1 explica el 14.49% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 explica el 9.59% de la variabilidad de las muestras. Entre ambos componentes explicaron el 24.08% de la variabilidad de las muestras.

Las muestras PIN 4 GA, PIN 2 POZO, PIN 15 POZO, PIN 5 POZO, PIN 8 POZO, PIN 13 LLAVE F, PIN 17 POZO, PIN 9 GA AL, PIN 3 POZO LLAVE, PIN I AL y PIN 16 POZO. Se correlacionan positivamente al componente 1 y positivamente al componente 2, se caracterizan por olor *humo, amargo, canela, nota verde, mineral, ácido, fresco y medicinal*. También por atributos de sabor como *metálico, pasto, herbal, tierra, cloro, dulce y ácido*. En el caso del resabio presentan *metálico y amargo*.

Las muestras PIN 19 18, PIN 4 LLAVE POZO y PIN 2 GA BO, se correlacionan positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2. Estas muestras se caracterizan por la presencia de olores como *cloro, una intensidad de olor general, tierra mojada, pasto, madera, dulce, humedad, pescado, herbal, salado y huevo*. También por atributos de sabor como *carbonatado, huevo, mineral, fresco, salado, amargo y cal*. En lo que corresponde a resabio presentan *astringencia*.

Las muestras PIN 4 GA E, PIN 1 YALAGUA GA, PIN 14 13 GA SM, PIN 6 GA, PIN 7 LLAVE, Jamapa II, PIN 1 POZO, Jamapa I, PIN 12 11 GA E. Se correlacionan negativamente al componente 1 y negativamente al componente 2. Estas muestras no presentaron atributos correlacionados a ellas, por lo que los atributos presentes están en una intensidad baja; lo mismo pasa con las muestras PIN 10 LLAVE, PIN 11 LLAVE POZO, Jamapa III, PIN 2 POZO () y PIN 6 POZO (LLAVE), correlacionan negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2.

En la figura 49 se muestran los atributos de olor de las muestras de la comunidad el Piñonal, en color rojo se encuentran todos los atributos ya que presentan diferencia significativa.

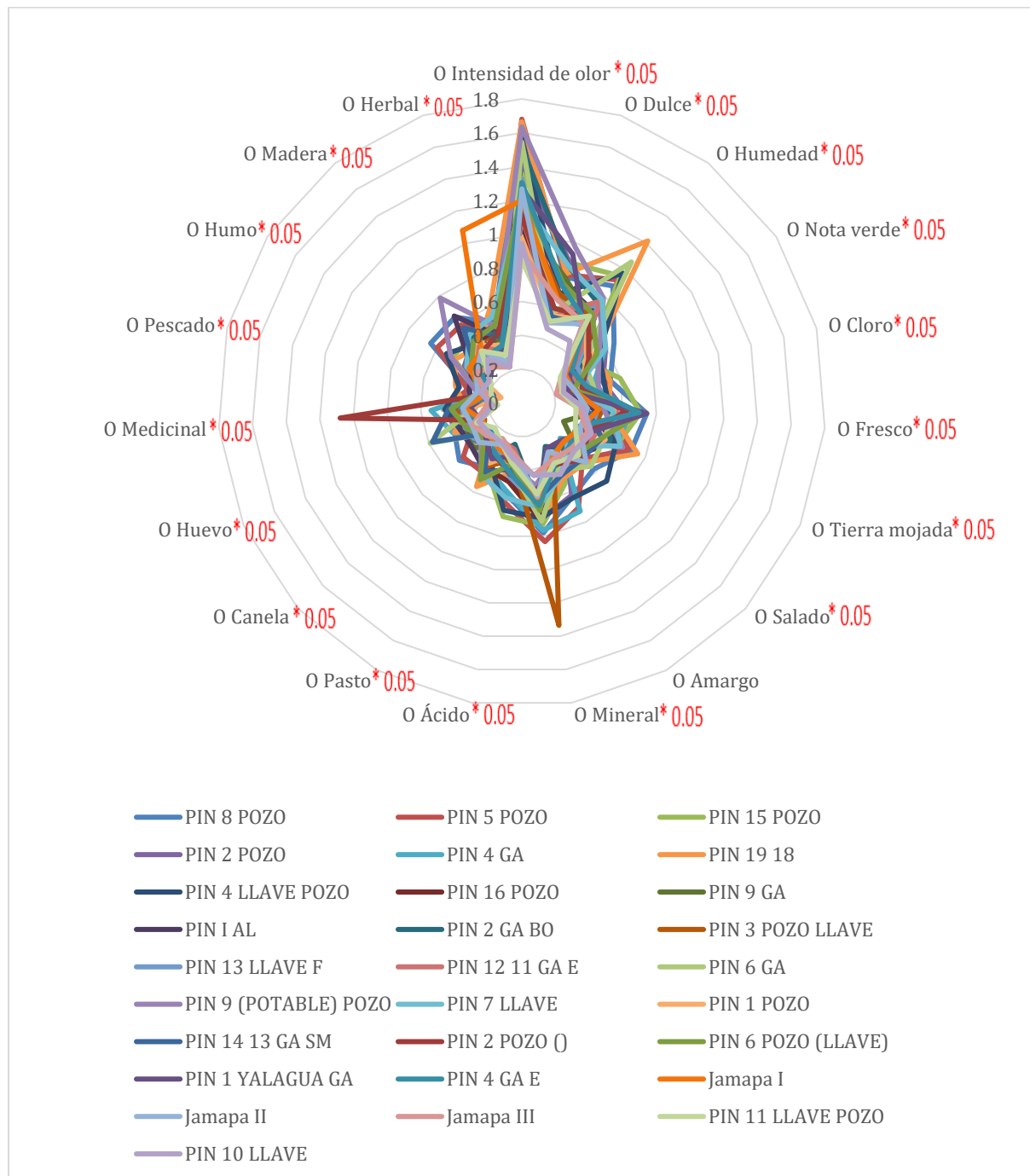


Figura 49. Gráfico radial para los atributos de olor para las muestras de la comunidad Piñonal.

En la figura 50 se muestran los atributos de olor para las muestras de la comunidad Piñonal todos los atributos están en color rojo ya que presentan diferencia significativa.

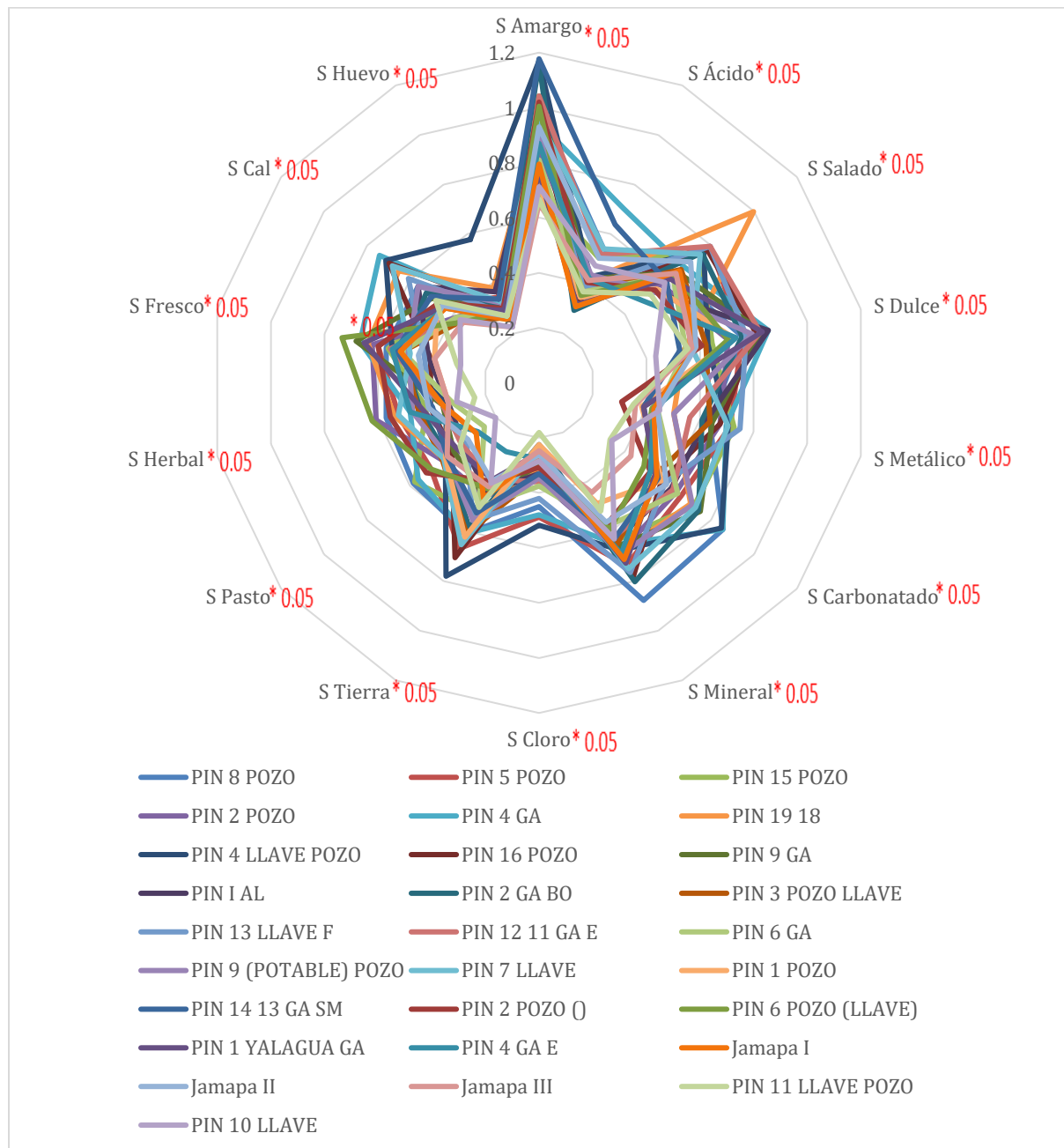


Figura 50. Gráfico radial para los atributos de sabor para las muestras de la comunidad Piñonal.

- **Muestras de la comunidad La Mancha:**

En la figura 51 se muestra el gráfico de PCA de los atributos de aspecto y textura para la comunidad La Mancha donde el componente 1 explica el 48.38% de la variabilidad de las muestras y componente 2 explica el 20.03% de la variabilidad de las muestras. Entre ambos componentes explicaron el 68.42% de la variabilidad de las muestras.

Las muestras LM 4 GA T/T y LMLR 13 GA se correlacionan positivamente al componente 1 y también positivamente al componente 2. Se caracterizan por el atributo de aspecto: *brillante*.

Las muestras Mancha III, Mancha I, LM 4 GA, LM 2 LLAVE POZO, LM 1 ESCUELA y Mancha II está correlacionada positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2. Estas muestras se caracterizan por presentar *presencia de burbujas*.

Las muestras de agua LM 10 SIN FILTRO y LM3 GA están correlacionadas negativamente al componente 1 y también negativamente al componente 2, se caracterizan por los atributos de aspecto *densa, capa en superficie y limpia*.

Las muestras de agua LMLR 12 GA I, LM 8 GA HAYAS, LM 11 GA BELLA SIERRA, LM9 POZO, LMLR 13 POZO, LM14 POZO PUEBLO y LM10 CON FILTRO se encuentran correlacionadas negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2, estas muestras se caracterizan por los atributos de textura: *viscosidad y cuerpo*.

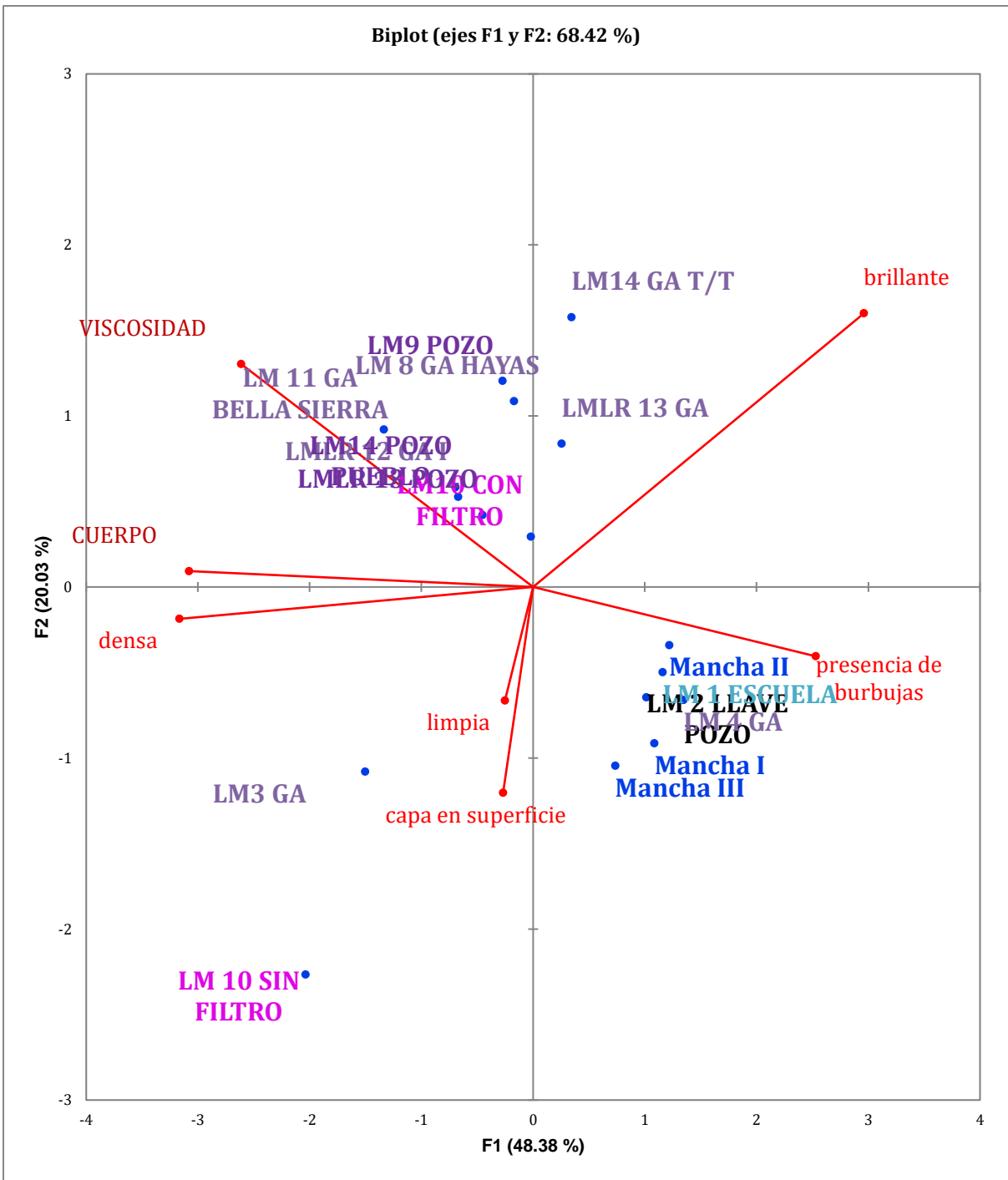


Figura 51. Gráfico de PCA para los atributos de aspecto y textura de las muestras de la comunidad Las Barrancas. aspecto (color rojo), TEXTURA (color vino).

La representación de los resultados en su gráfica radial en la figura 52, 53, 55 y 56. En la figura 52 se muestran los atributos de apariencia para las muestras de la comunidad La Mancha, los atributos se muestran en color rojo porque todos presentan diferencia significativa.

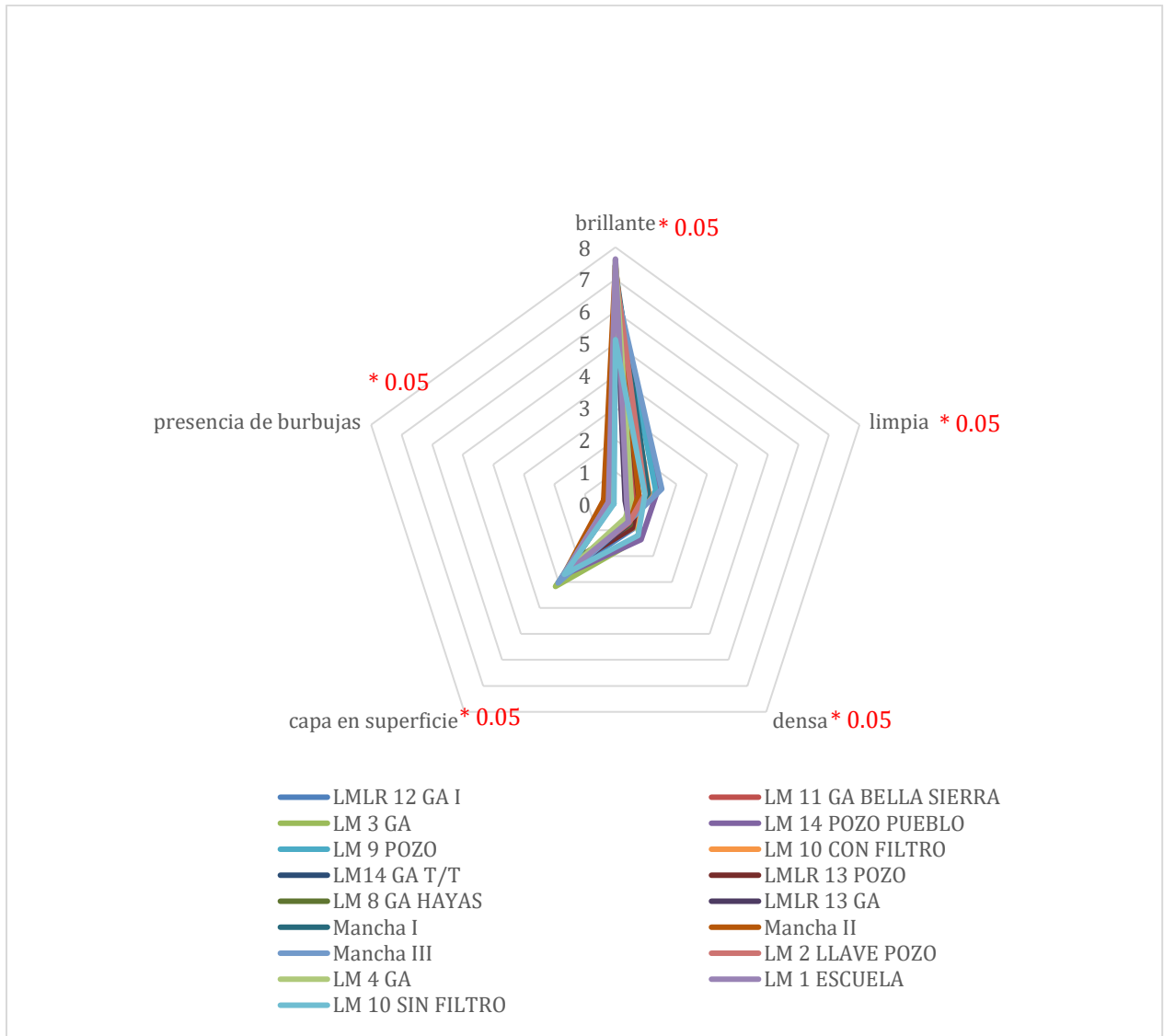


Figura 52. Gráfico radial para los atributos de aspecto para muestras de la comunidad La Mancha.

En la figura 53 se muestran los atributos de resabio y textura para muestras de la comunidad La Mancha donde todos los atributos en color rojo muestran diferencia significativa siendo el atributo de resabio *amargo* el que presenta mayor diferencia numérica y también la muestra LM 3 GA es la que presenta mayor diferencia numérica respecto al resto de las muestras.

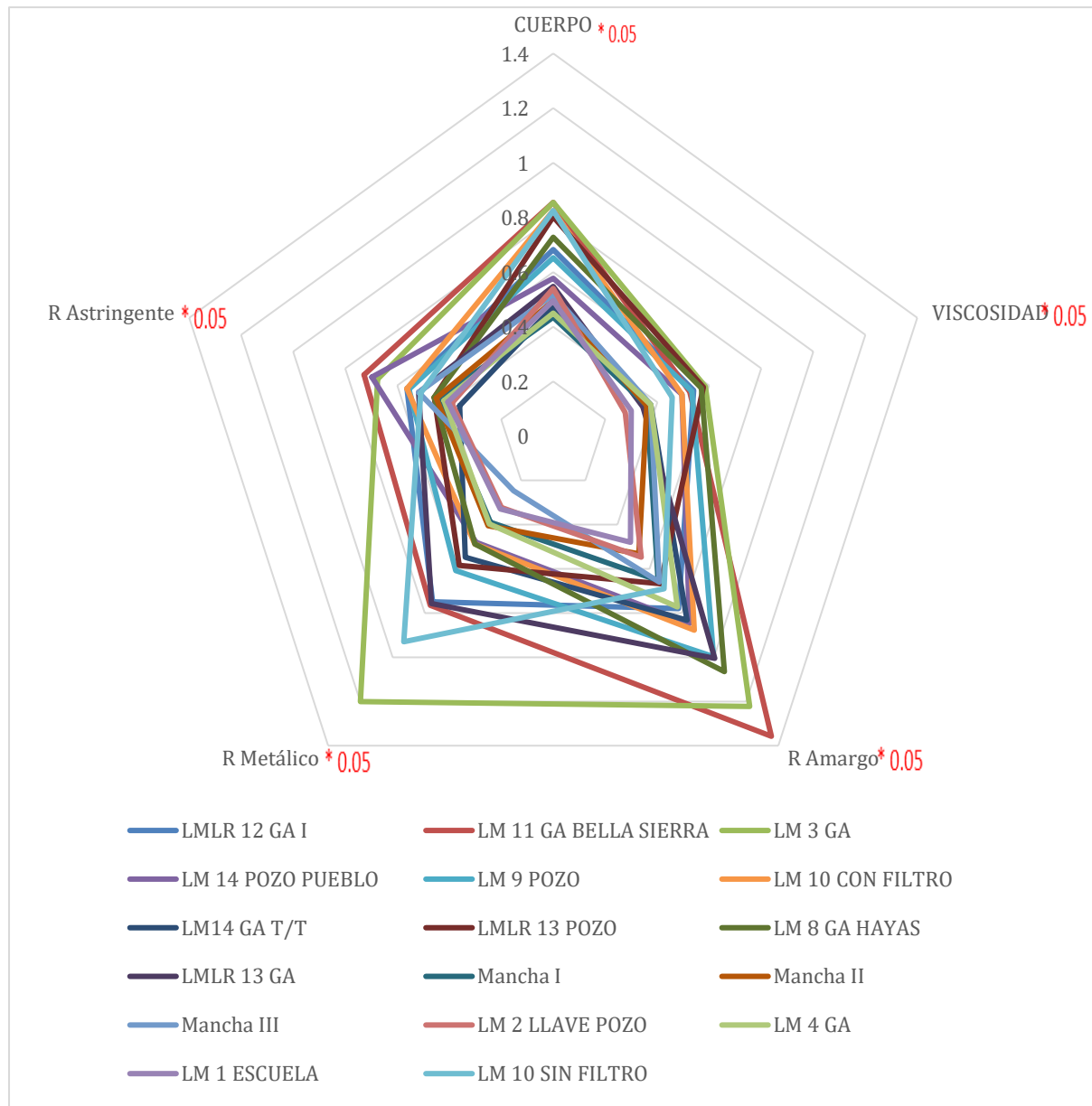


Figura 53. Gráfico radial para los atributos de textura y resabio para muestras de la comunidad La Mancha.

En la figura 54 se muestra el gráfico de Análisis de Componentes Principales para los atributos de olor, sabor y resabio de muestras de agua de la comunidad La Mancha, donde el componente 1 explica el 39.09% de la variabilidad de las muestras y el componente 2 explica el 13.06% de la variabilidad de las muestras y entre ambos componentes explicaron 52.15% de la variabilidad de las muestras.

La muestra LM3 GA se correlaciona positivamente al componente 1 y al componente 2, se caracterizan por *sabores ácido, amargo, herbal, dulce, pasto, salado y cal* también olor *tierra mojada*. Presentan *resabio metálico, astringente y amargo*.

Las muestras LM 11 GA BELLA SIERRA, LMLR 12 GA I y LM10 SIN FILTRO se correlacionan positivamente al componente 1 y negativamente al componente 2. Se caracterizan por tener olores como *cloro, nota verde, canela, medicinal, fresco, madera, pasto, herbal, ácido, huevo, humedad, intensidad general de olor, mineral, amargo, pescado salado, dulce y humo*. Presentan sabores como *tierra, metálico, mineral, cloro, huevo, fresco y sabor carbonatado*.

Las muestras LMLR 13 POZO, LMLR 13 GA, LM14 PUEBLO, LM14 GA T/T, LM10 CON FILTRO y LM9 POZO se correlacionan negativamente al componente 1 y también negativamente al componente 2 y no presentaron atributos correlacionados a ellas.

Las muestras LM 4 GA, Mancha I, Mancha II, Mancha III, LM 1 ESCUELA, LM 2 LLAVE POZO y LM 8 GA HAYAS se caracterizan negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2 y no presentaron atributos correlacionados a ellas.

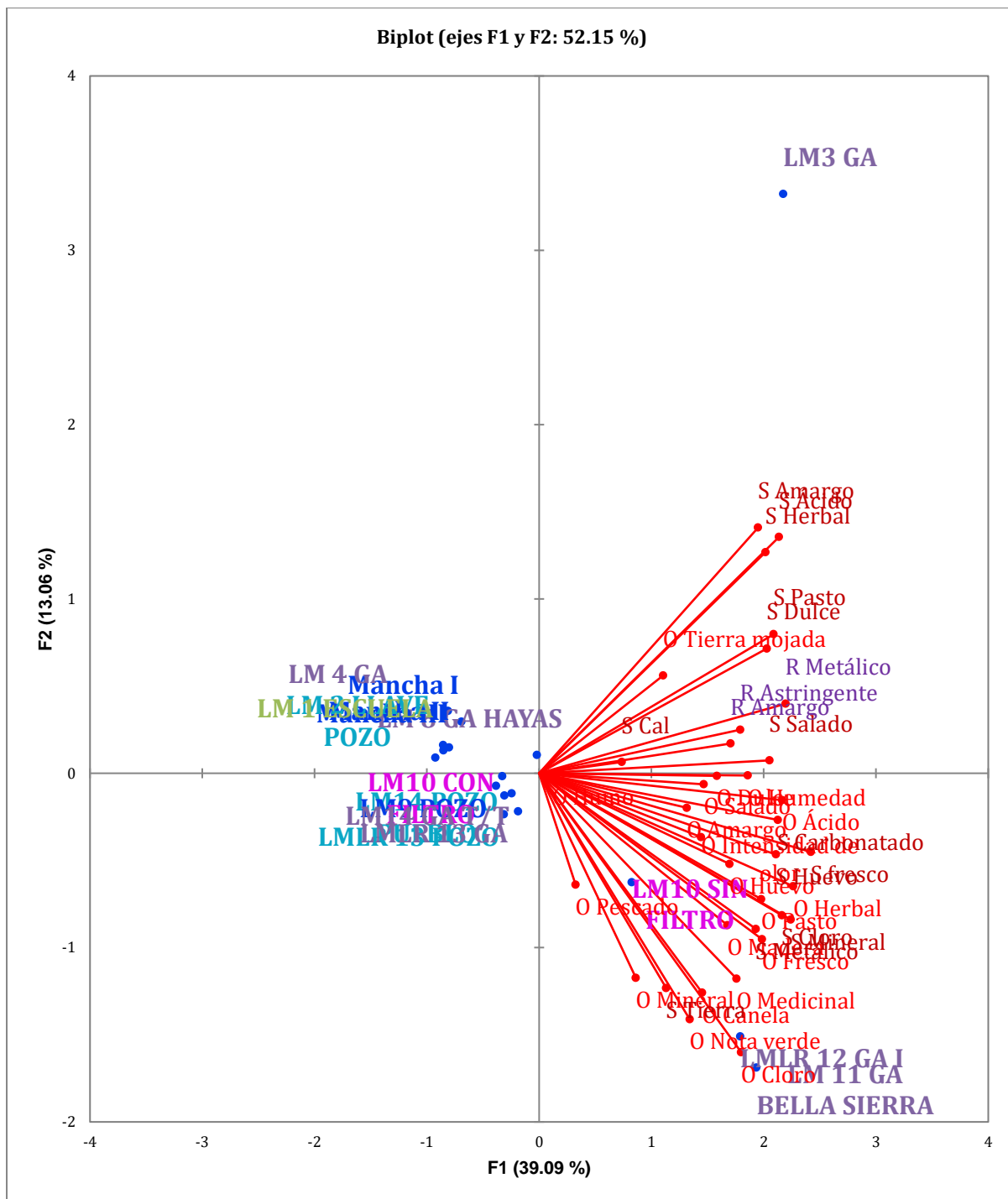


Figura 54. Gráfico de PCA para los atributos de olor, sabor y resabio de las muestras de la comunidad La Mancha. O: olor, S: Sabor, R: resabio.

En la figura 55 se muestran los atributos de olor para las muestras de la comunidad La Mancha, donde en color rojo se muestran los atributos que presentan diferencia significativa. Donde la muestra LM 11 GA BELLA SIERRA es la que presenta mayor diferencia numérica respecto al resto de las muestras.

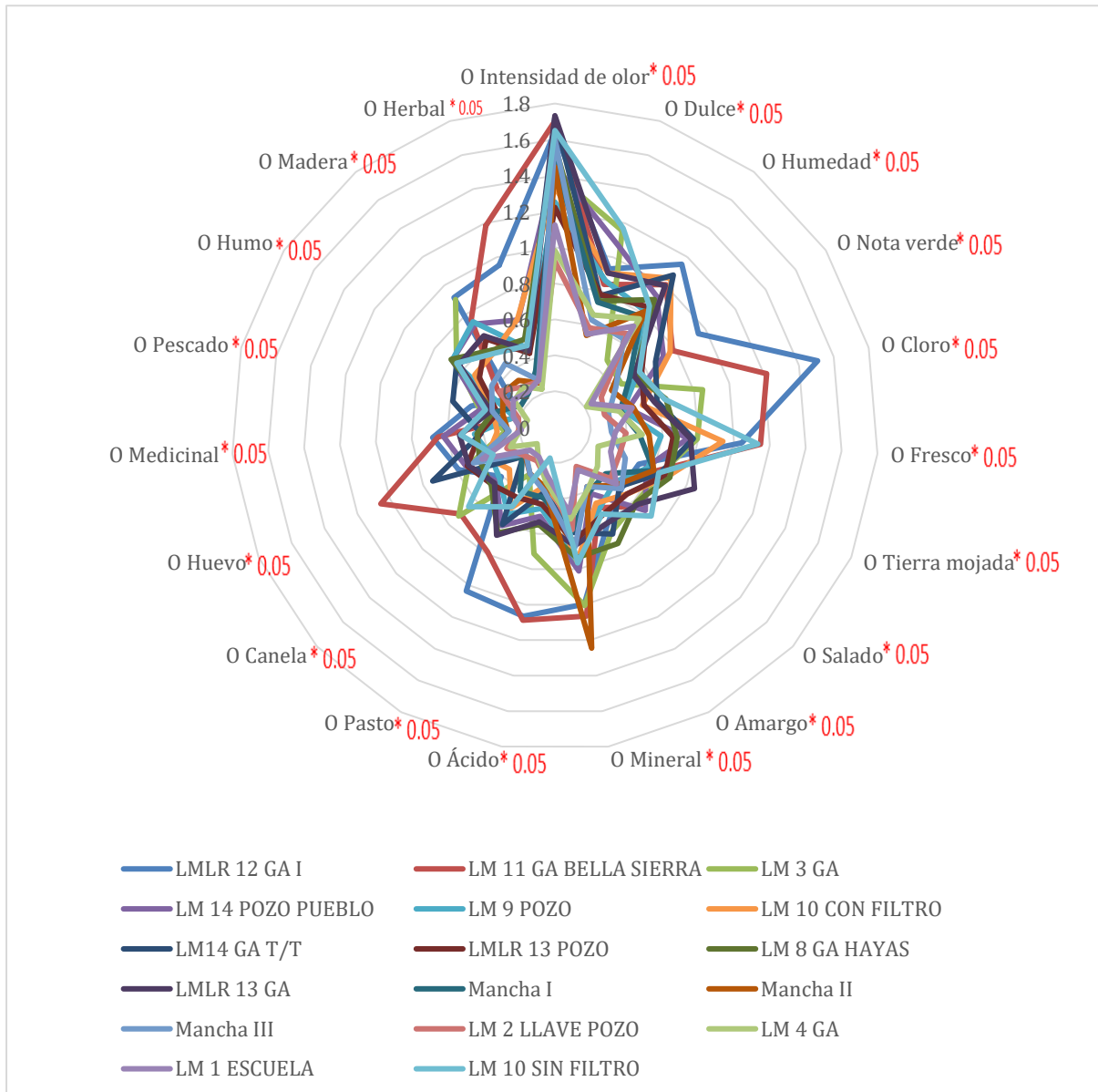


Figura 55. Gráfico radial para los atributos de olor para muestras de la comunidad La Mancha.

En la figura 56 se muestran los atributos de sabor para muestras de la comunidad La Mancha. Donde todos atributos se encuentran en color rojo porque presentan diferencia significativa y donde la muestra LM 3 GA es la que presenta mayor diferencia numérica respecto al resto de las muestras.

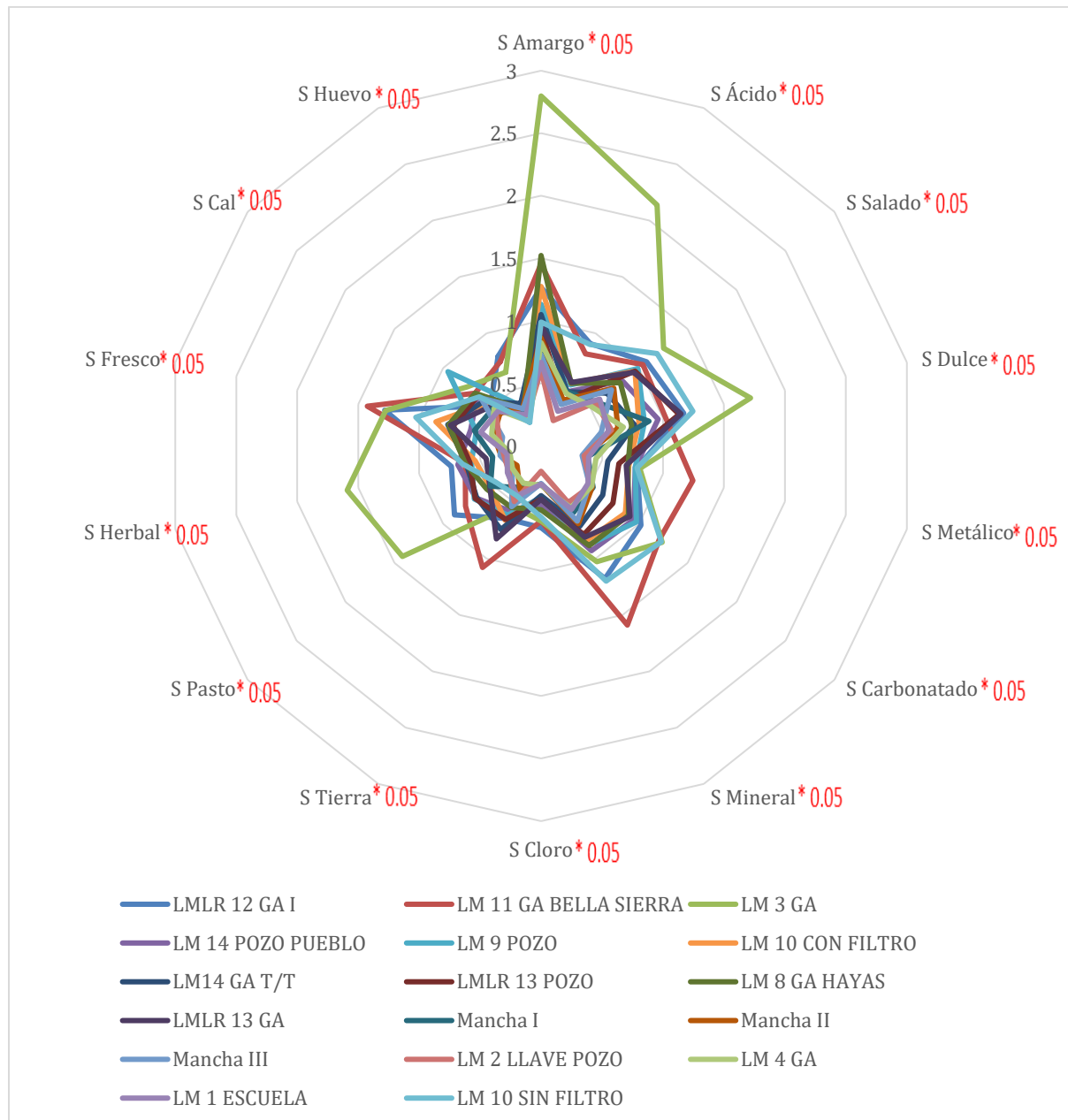


Figura 56. Gráfico radial para los atributos de sabor para muestras de la comunidad La Mancha.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Preselección

En esta etapa fue importante que los participantes comunicarán si habían padecido COVID-19 y si habían perdido el gusto y el olfato y de perderlo también tenían que indicar por cuánto tiempo lo perdieron.

Ya que los sistemas químico sensoriales del olfato y el gusto permiten distinguir los alimentos indeseables o incluso mortales, de aquellos otros que resultan agradables y nutritivos. Los sabores de muchos alimentos son, en gran parte, una combinación de su gusto y olor; por eso algunos alimentos se sienten insípidos o saben distintos cuando una persona padece obstrucción nasal, a causa de un resfriado o gripe (García et al, 2021). Sólo el 36.7% de las personas reclutadas han padecido de COVID-19 y solo cuatro de ellas llegaron a perder el gusto durante y hasta tres semanas después de haber padecido esta enfermedad y solo una persona perdió el olfato durante un mes.

La percepción de los sabores se puede ver afectada por diferentes factores; físicos, químicos y ambientales, como en el caso del tabaquismo. El humo del cigarrillo afecta al sentido gustativo provocando una disminución de la capacidad de distinguir olores y sabores (Campos, 2015). Es por eso que fue importante para la preselección de quienes podrían ser jueces en el panel de evaluación sensorial que nos indicarán si tenían o no el hábito de fumar. La mayoría de las personas reclutadas no tienen el hábito de fumar, lo que es de gran importancia por lo mencionado anteriormente en la afectación que el cigarro tiene en el gusto y olfato.

7.2 Selección

7.2.1 Pruebas de umbral de los gustos básicos

Comparando los resultados obtenidos (Tabla 6) con los que se tuvieron con el panel anterior (Villavicencio, 2021) y con el panel seleccionado en el 2017 (Luque, 2018) se encontró como umbral más sensible en el gusto dulce ya que el panel anterior fue de 5.1 g/L y el panel del 2017 fue de 4.6 g/L. En el caso del gusto salado el umbral salado fue más sensible en el actual panel ya que en el panel pasado fue de 0.3 g/L. En el

gusto amargo y gusto ácido los umbrales 0.267 g/L y 0.21 g/L respectivamente son muy parecidos con respecto a la selección del panel de Villavicencio (2021) y el de Luque (2018).

7.2.2 Pruebas triangulares

Realizando la selección de los 13 jueces se calcularon las χ^2 para cada producto evaluado, donde se obtuvieron los siguientes resultados para las muestras de refresco y salchicha la $\chi^2=18.09$, para el jugo la χ^2 fue de 13.45 y con estos resultados podemos decir que si existe diferencia significativa entre las muestras que fueron evaluadas ya que son valores más grandes de la χ^2 de tablas que es de 2.71. En el caso de la muestra de pan bimbo la $\chi^2= 1.70$ por lo tanto aquí no existe diferencia significativa entre las muestras.

En la tabla 8 se muestra el número de aciertos que se obtuvo por muestra y el porcentaje de discriminación por muestra después de la realización de la prueba triangular para los 13 jueces seleccionados donde se muestra que tuvieron en todas las pruebas triangulares y un porcentaje de discriminación mayor al 50%.

7.2.3 Pruebas de definición de alimentos

En esta prueba se les pidió alrededor de 20 descripciones donde se obtuvo el promedio de palabras por cada juez y en la tabla 10 se muestran los resultados de los 13 jueces seleccionados donde podemos observar que los jueces 2, 4, 9, 11 y el juez 15 están por debajo del promedio grupal de jueces, pero a pesar de estarlo aún se puede trabajar con ellos ya que en sus descripciones fueron muy completas y concisas.

Tabla 21. Ejemplo de descripciones de que se tomaron como alta capacidad discriminativa vs baja capacidad descriptiva.

DESCRIPCIONES	ALTA CAPACIDAD DESCRIPTIVA	BAJA CAPACIDAD DESCRIPTIVA
¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y textura?	El sabor está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el gusto (lengua) así como por el olfato (nariz). Por otro lado, la textura de los alimentos se detecta al tacto en la boca y con las manos. Algunas texturas pueden ser suave o duro, blando o crujiente, liso o grumoso.	Una es palpable y el otro no
¿Cómo describirías la diferencia entre sabor y aroma?	El sabor es lo que sentimos o identificamos mediante las papilas gustativas que tenemos en la lengua mientras que el aroma se identifica mediante la nariz por las sustancias volátiles que llegan a nuestro receptor olfativo.	Los sentidos con los que se perciben.
¿Qué productos tienen una textura crujiente?	Zanahoria, manzana, tostada, papas fritas, galletas, jícama	Papas.

7.2.4 Pruebas de evaluación de capacidad olfativa

En la figura 18 se muestran los resultados de las pruebas de capacidad olfativa para los 13 participantes seleccionados donde se observa que no lograron identificar el olor herbal-romero al igual que los 35 candidatos preseleccionados esto puede ser que no están familiarizados con este olor a pesar de que los participantes seleccionados no reconocieron este olor tuvieron un porcentaje de reconocimiento del 51.10% lo cual se puede determinar cómo bueno ya que en los paneles de Espinosa y Reyes (2014) así como del panel de Villavicencio (2021) tuvieron un porcentaje similar al obtenido por el panel de evaluación sensorial de agua.

7.3 Formación del panel para la evaluación de agua

En la tabla 9 se muestran sólo doce jueces ya que una juez por cuestiones personales y de salud solo logró participar hasta la primera etapa del entrenamiento del panel. Así que se continuó trabajando con 12 jueces como en el trabajo de Sipos et al., 2012. El panel quedo conformado por el 83% de mujeres y el 17% hombres entre los 18 y 26 años pertenecientes a la comunidad de la Facultad de Química.

La selección de los 13 jueces para la formación del panel sensorial se realizó de acuerdo con los siguientes criterios:

- Disponibilidad para asistir todos los días de lunes a viernes a todas las sesiones necesarias.
- Gozar de buena salud, es decir no tener alguna enfermedad que pudiera alterar los sentidos.
- Identificación de umbrales básicos en concentración igual o menor a la concentración grupal.
- Capacidad discriminante arriba del 50% de discriminación en las muestras.
- Capacidad de identificación de olores igual o mayo al 50%.
- Buena capacidad para describir y comunicar diferentes conceptos empleando más de cinco palabras.

7.4 Generación de atributos y Selección de atributos

Se generaron 43 atributos que fueron seleccionados para evaluar en las muestras de agua provenientes de Veracruz teniendo 5 atributos de apariencia, 19 atributos de olor, 14 atributos de sabor, 2 atributos de textura y 3 atributos de resabio.

Los atributos de gusto englobados en el sabor, generados fueron *dulce, ácido, amargo y salado*, también fueron encontrados en un artículo de análisis de sabor y olor en suministros de agua potable (Suffet, et. al.,2004), los atributos de olor: *tierra mojada, medicinal, cloro, pescado* y el resabio *metálico* y *astriigente* de igual forma fueron encontrados en el artículo Suffet.

También los atributos de sabor ácido, dulce, salado, amargo y astriigente fueron encontrados en un artículo de la formación de un panel sensorial para la evaluación de agua con gas y sin gas de la Universidad de Vigo en España (Rey-Salgueiro et. al., 2013) en este mismo artículo encontraron también la presencia de sabor *mineral*, sabores *herbales*, resabio *metálico* también generaron el atributo de *presencia de burbujas*.

En el caso de los atributos de olor de *huevo*, *medicinal*, *pescado*, *humo* y *madera* y el atributo de sabor *huevo* fue considerado aunque no se encontró en las muestras de agua evaluadas, ya que en un estudio elaborado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas en Colombia (Vargas y Castro, 2012) encontraron estos atributos en sus muestras y fueron consideradas como defectos en el agua, es por eso que se decidió agregarlos para tener un control de defectos en el caso que se pudieran ser encontrados en algunas muestras de agua provenientes de Veracruz.

7.5 Entrenamiento con estándares

En esta etapa los jueces tuvieron el primer acercamiento con estándares de apariencia, olor y sabor donde si demostraron una buena capacidad de descripción ya que así empezaron con el entrenamiento antes de evaluar la primera muestra comercial (Epura®) junto con dos muestras de agua del estado de Veracruz (Jamapa II y Mancha III) realizando el análisis de componentes principales (Figura 22) los atributos de *limpia*, olor *nota verde*, olor *pasto* y sabor *mineral* se encontró una alta dispersión de los jueces, es por eso que estos atributos fueron las más difíciles de evaluar por lo que se tuvo que seguir entrenando al panel y poner especial atención a estos atributos y de ser necesario cambiar estándares como se realizó en el trabajo de Villavicencio (2021) donde en su caso usaron diferentes marcas de cuitlacoche. Ya que el objetivo de cambiar y/o usar diferentes estándares es que sean lo más parecidos posible a los atributos a evaluar y así los jueces tengan una mejor facilidad para poder identificarlos en las muestras o para poder discriminarlos en caso de que no estén presentes en alguna muestra.

También se evaluaron las muestras Mancha I, Jamapa I, Bar II, mancha II, Bar III y Jampa III pero solo se evaluaron los atributos que en las ANOVAS ya no presentaron diferencia significativa donde se realizó también una gráfica de araña (Figura 24) que mostro que en las muestras Mancha I, Jamapa I, Mancha II y Jamapa III los jueces evaluaron consistentemente de esta forma terminamos la primera evaluación del desempeño del panel donde se encontró que los jueces ya están entrenados en los atributos de:

- Olor: nota verde, salado, huevo, medicinal, herbal.
- Sabor: cloro y huevo.

En estos atributos se encontró que ya no existe diferencia entre jueces ni entre muestras. Con estos resultados el entrenamiento tuvo que seguir hasta que se logra que los jueces sean capaces de evaluar todos los atributos de forma consistente en cada una de las muestras de agua y de igual manera más adelante se realiza otra evaluación del desempeño del panel para poder comparar el avance que los jueces han conseguido. Como se puede ver se tienen más atributos de olor donde ya no existe diferencia significativa a pesar de que se ha encontrado que los atributos de olor son los que requieren de mayor tiempo para obtener un consenso que no muestre diferencias significativas entre los jueces (Reyes y Espinosa, 2014) entonces podemos decir que el panel está teniendo un avance en sus capacidades sensoriales durante el entrenamiento.

7.6 Entrenamiento con estándares. Evaluaciones subsiguientes

En esta etapa los jueces venían regresando de vacaciones y en sus primeras evaluaciones presentaron coeficientes de variación para cada atributo altos, mayor al 60% (Figuras 25, 26, 27, 28, 29) esto debido a durante el período vacacional no pudieron seguir evaluando para mejorar sus capacidades sensoriales así que esta etapa es fundamental para que los jueces puedan evaluar uniformemente así que también en esta etapa se utilizaron muestras de agua del estado de Veracruz como estándares.

En esta etapa también se realizó un ajuste juez por juez es decir se trabajó individualmente con los jueces que fueron evaluando diferente al panel este tipo de ajuste también se realizó en el trabajo de Villavicencio (2021) donde mostró resultados favorables en el entrenamiento del panel. Se realizaron diversas evaluaciones con diferentes estándares que se muestran en la tabla 20 para después realizar un análisis de varianza para evaluar el efecto del producto (Figura 34) un gráfico de componentes principales de los atributos que presentan diferencia

significativa (Figura 35) y un diagrama de cluster para la verificación del avance del panel donde se obtuvo una mejora en comparación con la evaluación pasada también se realizó una gráfica de coeficientes de variación de algunos atributos comparando las evaluaciones iniciales con estas evaluaciones y aunque se sabe que el panel está entrenado hasta obtener un coeficiente de variación menor o igual al 35% (Carrasco, 2010) se decidió que aunque varios atributos están por arriba del 60% había varios que presentaban un porcentaje menor y además los que estaban en porcentaje cercano a 60% la amplitud del rango en el que se encontraban los valores de los atributos no fue mayor de 2 desde el valor más bajo presentado en la escala al valor más alto presentado en la escala y es por eso que al ser valores muy pequeños como por ejemplo de 0.09 a 0.99, los valores del coeficiente de variación se disparan. Es importante mencionar que la mayoría de los atributos que se llegan a presentar en las muestras de agua están en intensidades muy bajas.

De igual forma se realizaron análisis de varianza a dos vías por ser un método estadístico más sensible y ser mejores indicadores para mostrar diferencias significativas (Lawless et. al., 2013)

Después de varias sesiones de entrenamiento con estándares y de realizar entrenamiento individual con cada juez se detectó una evaluación homogénea entre los jueces en la evaluación de las muestras de agua, lo que permitió concluir que los jueces se encontraban entrenados y por ello, ya se podían realizar los perfiles de las muestras.

7.7 Perfil sensorial

A continuación, se presentan algunos de los atributos que forman parte del perfil sensorial de las muestras de agua y que fueron encontrados como atributos ya descritos en la literatura:

Las muestras que presentaron olor a *tierra mojada* se presentan en la Tabla 22. El olor a *tierra mojada* presente en muestras de agua se debe a compuestos como la geosmina y el 2-MIB que son producidos por bacterias que se encuentran en la tierra así lo señala Suffet (2004). En un estudio de Ferreira y Alves (2006) nos menciona que por más de 15 años de exposición continua a agua tratada con algunas

concentraciones de MIB en bajas o altas concentraciones han permitido que la población se acostumbrara a su olor y sabor característico y también dice que se sabe que el compuesto MIB se encuentra en altísimas concentraciones en una serie de alimentos, como la remolacha, la zanahoria y la papa, y, por tanto, se hace más fácil que estos olores sean aceptados en el agua final por los consumidores. Es por eso que estas muestras puedan ser mejor aceptadas por los consumidores a pesar de tener presente este atributo en olor y hasta en sabor como las muestras que presentaron este atributo en la tabla 23.

Tabla 22. Muestras por comunidad que presentaron olor a tierra mojada

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo.
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE).
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

Tabla 23. Muestras por comunidad que presentaron sabor a tierra

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 4 GA • PIN 2 POZO • PIN 15 POZO • PIN 5 POZO • PIN 8 POZO

Continuación de la Tabla 23. Muestras por comunidad que presentaron sabor a tierra

MUESTRAS	COMUNIDAD
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> ● PIN 13 LLAVE F ● PIN 17 POZO ● PIN 9 GA AL ● PIN 3 POZO LLAVE ● PIN I AL ● PIN 16 POZO ● PIN 4 GA E ● PIN 1 YALAGUA GA ● PIN 14 13 GA SM ● PIN 6 GA ● PIN 7 LLAVE ● Jamapa II ● PIN 1 POZO ● Jamapa I ● PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> ● LM 11 GA BELLA SIERRA ● LMLR 12 GA I ● LM10 SIN FILTRO

Las muestras que presentan olor y sabor a *cloro* se muestran en la Tabla 24 y Tabla 25 respectivamente, en las muestras provenientes de pozos como Bar 10 y PIN 2 GA BO no esperábamos encontrar este atributo, al no ser muestras cloradas (o no se tiene información referente a un tratamiento de purificación en los pozos) sin embargo en algunas muestras con GA (garrafón) podrían llegar a tener este atributo porque podrían haber pasado por tratamientos de potabilización. La especie que se ha encontrado en el agua es la dicloramina (Suffet et. al.,2004) con un descriptor de olor de "piscina". La dicloramina en concentraciones de 0.1 a 0.5 mg/L en agua tiene un nivel de intensidad de olor de 4 (ligero) a 8 (moderado). Sin embargo, si la concentración de dicloramina alcanza de 0.9 a 1.3 mg/L, el olor se describe como de moderado a muy fuerte, lo cual es desagradable e inaceptable (Suffet et. al.,2004) aunque la mayoría de las personas perciben desagradable el sabor y olor a cloro una vez que la concentración de dicloramina está por encima de 0.5 mg/L (Krasner & Barrett 1984). Con base en este atributo se ha reportado que el umbral de olor *cloro* varía entre los norteamericanos y los europeos ya que en el caso de los franceses normalmente beben agua sin cloro o con bajas concentraciones de cloro, tienen un umbral de detección más bajo que los estadounidenses (Mackey et. al., 2004). Sería interesante haber encontrado un estudio de los umbrales en cloro en la población mexicana o en Latinoamérica para comparar con poblaciones de otro continente y ver

qué tan sensibles y que tanto podemos aceptar a este descriptor en muestras de agua para consumo humano.

Tabla 24. Muestras por comunidad que presentaron atributos olor a cloro

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE).
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

Tabla 25. Muestras por comunidad que presentaron sabor a cloro

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo.
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 4 GA • PIN 2 POZO • PIN 15 POZO • PIN 5 POZO • PIN 8 POZO • PIN 13 LLAVE F • PIN 17 POZO • PIN 9 GA AL • PIN 3 POZO LLAVE • PIN I AL • PIN 16 POZO • PIN 4 GA E • PIN 1 YALAGUA GA • PIN 14 13 GA SM • PIN 6 GA • PIN 7 LLAVE

Continuación de la Tabla 25. Muestras por comunidad que presentaron sabor a cloro

COMUNIDAD	MUESTRAS
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • Jamapa II • PIN 1 POZO • Jamapa I • PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

Se ha demostrado que algunos productos químicos como el cloro o la geosmina causan fatiga en los panelistas, por lo que se necesitaban períodos de descanso del panel entre muestras (Krasner et. al., 1983). Es por eso por lo que todas las evaluaciones se realizaron descansando 3 minutos entre muestras para que los jueces no se sientan saturados y de esta manera no afectar la evaluación.

Ferreira y Alves (2006) sugieren que en caso de algunas aguas que hayan sido sometidas a procesos de oxidación y desinfección y que contengan concentraciones residuales de cloro u otros agentes desinfectantes, el análisis sensorial de estas muestras se realice en su estado original y posteriormente declorada con ácido ascórbico, ya que de acuerdo con las recomendaciones realizadas en otro artículo (Worley et. al., 2003), el ácido ascórbico ha demostrado ser el agente declorante que presenta menor interferencia sensorial en la muestra a evaluar. Esto con el fin de que se puedan obtener atributos sensoriales para la muestra en su estado original, como para la misma libre de interferencia de agentes oxidantes y desinfectantes. Esto se podría realizar con las muestras de Las Barrancas (Bar 4 Pozo, Bar 10 Pozo, Bar 8 Pozo, Bar 8 GA, Bar 10 Epura, Bar I y Bar 11 Pozo) presentaron olor y sabor a *cloro* y que probablemente si se les llega a realizar este tratamiento se podrían encontrar otros atributos en estas muestras.

En el caso del olor *herbal* presentado en las muestras de la tabla 26, se ha reportado que este atributo se presenta en el agua cuando se permite que la hierba se descomponga en el agua, el primer compuesto que se libera en el agua es el cis-3-hexenol que genera un olor intenso a herbal, hierba y hojas verdes recién cortadas (Khiari et. al., 1999).

Tabla 26. Muestras por comunidad que presentaron olor herbal

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 pozo • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo.
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE),
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

En la tabla 27 se presentan las muestras por comunidad que presentaron el atributo de olor *medicinal* lo cual según Vargas y Castro (2012) la presencia de este atributo no es de origen natural es un defecto ya que lo consideran una contaminación química. Una de las sustancias que en la literatura se menciona es el yodoformo que en concentraciones entre 0.30 y 10 µg/L causará problemas de sabor y olor a medicamentos en el agua potable (Gittelman & Yohe 1989; Bruchet et. al., 1989).

Tabla 27. Muestras por comunidad que presentaron olor medicinal

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 8 POZO • PIN 13 LLAVE F • PIN 17 POZO • PIN 9 GA AL • PIN 3 POZO LLAVE • PIN I AL • PIN 16 POZO

Continuación de la Tabla 27. Muestras por comunidad que presentaron olor medicinal

COMUNIDAD	MUESTRAS
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> ● PIN 4 GA E ● PIN 1 YALAGUA GA ● PIN 14 13 GA SM ● PIN 6 GA ● PIN 7 LLAVE ● Jamapa II ● PIN 1 POZO ● Jamapa I ● PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> ● LM 11 GA BELLA SIERRA ● LMLR 12 GA I ● LM10 SIN FILTRO

En la tabla 28 se encuentran las muestras por comunidad que presentaron el atributo de olor *madera*. En la literatura se dice que el compuesto, β -ciclocitral, se ha identificado en lagos y aguas tratadas durante un florecimiento de algas causando olores a heno/madera (Young et al. 1999) y en este mismo trabajo se demuestra la importancia de conocer la relación del tipo de olor y la concentración, como lo es β -ciclocitral que cambia de olor con la concentración ya que entre 2 y 20 μ g/L tiene olor a heno/madera en agua y el β -ciclocitral tiene un olor a tabaco (Slater & Block 1983) en concentraciones más altas.

Tabla 28. Muestras por comunidad que presentaron olor a madera

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> ● Bar II ● BAR 1 POZO ● Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> ● PIN 19 18 ● PIN 4 LLAVE POZO ● PIN 2 GA BO ● PIN 10 LLAVE ● PIN 11 LLAVE POZO ● Jamapa III ● PIN 2 POZO () ● PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> ● LM 11 GA BELLA SIERRA ● LMLR 12 GA I ● LM10 SIN FILTRO

En la tabla 29 se muestran por comunidad las muestras que presentaron olor a *pescado*, existe un metabolito de las algas como uroglena americana, y este metabolito se describe como contribuyente al olor a pescado (Suffet et. al., 2004).

Tabla 29. Muestras por comunidad que presentaron olor a pescado

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • JAMAPA III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

En la tabla 30 se muestran las aguas por comunidad que presentaron el atributo de olor *humo*, este atributo por ejemplo no se encontró en la rueda de olores y sabores de agua (Suffet, Khiari y Bruchet, 1999) pero sí se encontró en el vocabulario para la evaluación sensorial de agua envasada de Vargas y Castro (2012) que mencionan que la posible causa de que este descriptor aparezca en las muestras de agua esté relacionado con la migración de compuestos químicos en el que se encuentren las muestras de agua, ya que en su ensayo evidenciaron un aumento en la intensidad de este atributo a mayor tiempo de almacenamiento.

Las muestras del Piñonal se caracterizaron por la presencia del olor a *humo* y como se mencionó anteriormente esto puede deberse al tiempo de almacenamiento que tuvieron las muestras desde el momento de la recolección de las mismas, su transporte, la llegada de ellas al laboratorio y hasta el momento de su evaluación.

Tabla 30. Muestras por comunidad que presentaron olor a humo

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 4 GA • PIN 2 POZO • PIN 15 POZO • PIN 5 POZO • PIN 8 POZO • PIN 13 LLAVE F • PIN 17 POZO • PIN 9 GA AL • PIN 3 POZO LLAVE • PIN I AL • PIN 16 POZO
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

Un problema que existe de olor en los sistemas de distribución es la biometilación de clorofenoles y bromofenoles para formar haloanisoles que tienen propiedades terrosas y olores a *humedad* en concentraciones inferiores a 1 ng/L (Bruchet, 2001). Podemos creer que un problema así se pudo presentar en las muestras de la tabla 31 que presentaron olor a humedad o por algún tipo de microorganismo.

Tabla 31. Muestras por comunidad que presentaron olor humedad

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO

Continuación de la Tabla 31. Muestras por comunidad que presentaron olor humedad

COMUNIDAD	MUESTRAS
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM 10 SIN FILTRO

En la tabla 32 se encuentran las muestras que por comunidad presentaron un sabor *metálico* de acuerdo con la literatura no se encontró algo relacionado de este atributo con aguas provenientes de pozo, pero sin embargo se encontró que el agua denominada de la llave a veces puede estar contaminada con un sabor metálico o desagradable debido a la presencia de hierro disuelto de tuberías y tanques oxidados durante transporte y almacenamiento de agua (Fong et. al., 2001). Además, en el mismo artículo de Fong et al. (2001) menciona que también una causa por la cual el agua de la llave no sea tan aceptada por el público puede estar relacionada en parte con la presencia de cloroformo, que en este artículo encontraron exclusivamente en muestras que podrían haberse obtenido de suministros públicos de agua ya que el cloroformo es un subproducto del cloro y es un desinfectante que se agrega al agua y que tiene un sabor y un olor desagradables.

Existe una confusión entre el sabor *amargo* y el sabor *metálico*, esto puede deberse a que ambos sabores se detectan mayoritariamente en la misma zona de la boca que es en la parte posterior del paladar (Rey-Salgueiro et. al., 2013) pero en el caso de las muestras de agua del estado de Veracruz en ninguna de ellas se encuentran presentes los atributos de sabor *amargo* y sabor *metálico* así que podemos suponer que lo mencionado en el artículo de Rey-Salgueiro et al. (2013) sobre muestras de agua con gas es que al evaluar muestras de agua con gas es más complicado distinguir y separar el sabor amargo del sabor metálico en cambio cuando se evalúa agua sin gas estos atributos si se pueden distinguir de forma independiente.

Tabla 32. Muestras por comunidad que presentaron sabor metálico

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 4 Pozo • Bar 10 Pozo • Bar 8 Pozo • Bar 8 GA • Bar 10 E • Bar I • Bar 11 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 4 GA • PIN 2 POZO • PIN 15 POZO • PIN 5 POZO • PIN 8 POZO • PIN 13 LLAVE F • PIN 17 POZO • PIN 9 GA AL • PIN 3 POZO LLAVE • PIN I AL • PIN 16 POZO • PIN 4 GA E • PIN 1 YALAGUA GA • PIN 14 13 GA SM • PIN 6 GA • PIN 7 LLAVE • Jamapa II • PIN 1 POZO • Jamapa I • PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

Tabla 33. Muestras por comunidad que presentaron sabor amargo.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

El contenido mineral de las aguas puede afectar su sabor, olor y textura. Por ejemplo, es bien sabido que las aguas duras dan un sabor diferente (Koseki, Fujiki, Tanaka, Noguchi y Nishikawa, 2005). El agua puede ser una fuente importante de nutrientes, como el calcio, que se encuentran en concentraciones más altas en aguas duras. El agua potable puede ser una fuente importante de micronutrientes como el cobre, aunque cuando la concentración de cobre supera los 4 mg/L Cu, se pueden producir molestias gastrointestinales, mal sabor detectable y toxicidad (Dietrich et. al., 2004). De esta manera ninguna de las muestras de ninguna comunidad presentó tal vez en una alta concentración cobre ya que no se detectó ningún atributo relacionado a este micronutriente y tampoco se reportó que ningún panelista presentará problemas gastrointestinales después de evaluar las muestras de agua.

Los minerales también pueden agregar un gusto amargo, dulce, ácido, o salado al agua, y ciertamente son responsables de gran parte de la “sensación en la boca” del agua (Dietrich, 2006). Aunque varias muestras de la comunidad Piñonal tienen presentes los atributos descritos por Dietrich (2006) la muestra de la comunidad La Mancha LM3 GA tiene presente los atributos de sabor *amargo* (tabla 34), *dulce* (tabla 34), *ácido* (tabla 35) y *salado* (tabla 36) por lo tanto podemos decir que esta muestra dejó a los panelistas con una “sensación en boca”.

Tabla 34. Muestras por comunidad que presentaron sabor dulce.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> ● Bar 5 Pozo ● Bar 9 Pozo ● Bar 3 Pozo (P/Tomar) ● Bar 6 Pozo ● Bar 6 GA ● Bar 2 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> ● PIN 4 GA ● PIN 2 POZO ● PIN 15 POZO ● PIN 5 POZO ● PIN 8 POZO ● PIN 13 LLAVE F ● PIN 17 POZO ● PIN 9 GA AL ● PIN 3 POZO LLAVE ● PIN I AL ● PIN 16 POZO ● PIN 4 GA E

Continuación de la Tabla 34. Muestras por comunidad que presentaron sabor dulce.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 1 YALAGUA GA • PIN 14 13 GA SM • PIN 6 GA • PIN 7 LLAVE • Jamapa II • PIN 1 POZO • Jamapa I • PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

Tabla 35. Muestras por comunidad que presentaron sabor ácido.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 4 GA • PIN 2 POZO • PIN 15 POZO • PIN 5 POZO • PIN 8 POZO • PIN 13 LLAVE F • PIN 17 POZO • PIN 9 GA AL • PIN 3 POZO LLAVE • PIN I AL • PIN 16 POZO. • PIN 4 GA E • PIN 1 YALAGUA GA • PIN 14 13 GA SM • PIN 6 GA • PIN 7 LLAVE • Jamapa II • PIN 1 POZO • Jamapa I • PIN 12 11 GA E
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

En un estudio (Rey-Salgueiro et. al., 2013) evaluaron dos muestras y los panelistas tuvieron que puntuar la intensidad del sabor *mineral*, ambas muestras con un mayor contenido de minerales en el agua con mayor cantidad de residuos secos. Acordando descriptores para esta muestra, evaluándose como más salada y astringente y con mayor retrogusto. En este caso tenemos muestras que tienen el atributo de gusto *salado* (Tabla 36), este puede estar presente por una gran cantidad de minerales en

ellas y también porque en muchos pozos de donde las muestras fueron tomadas se está filtrando agua del mar ya que las comunidades pertenecen a la zona costera de Veracruz y también tenemos muestras dentro de este trabajo de investigación que tienen resabio astringente. También hay que tomar en cuenta que en este estudio mencionan la relación de los minerales en aguas que presentan gas con Ca^{2+} y Magnesio que fueron las aguas más astringentes y aunque en este trabajo de tesis las aguas utilizadas no presentan gas podría existir una relación sobre la cantidad y la presencia de estos minerales en las muestras de agua ya que las muestras de la tabla 37 presentaron *astringencia*. Las aguas con mayor contenido de minerales tendían a ser menos favorables para beber (Fong, Halpern y Wan, 2001). El agua embotellada rica en minerales generalmente se asocia con un sabor desfavorable. No se encontró correlación entre el contenido mineral y la astringencia en aguas que contenían muy bajo contenido mineral, probablemente debido al bajo contenido mineral presente en estas aguas (Rey-Salgueiro et. al., 2013). Para aguas con muy bajo contenido de minerales y sin astringencia se encontró correlación entre estos dos parámetros para las aguas carbonatadas como las que se muestran en la tabla 38.

Tabla 36. Muestras por comunidad que presentaron sabor salado.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

Tabla 37. Muestras por comunidad que presentaron resabio astringente.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM3 GA

Tabla 38. Muestras por comunidad que presentaron sabor carbonatado.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar II • BAR 1 POZO • Bar III
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • PIN 19 18 • PIN 4 LLAVE POZO • PIN 2 GA BO • PIN 10 LLAVE • PIN 11 LLAVE POZO • Jamapa III • PIN 2 POZO () • PIN 6 POZO (LLAVE)
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • LM 11 GA BELLA SIERRA • LMLR 12 GA I • LM10 SIN FILTRO

Según Rey-Salgueiro et al. (2013) encontró que la efervescencia en la boca y la aparición de burbujas son los descriptores más relevantes para distinguir entre aguas normales y carbonatadas, mientras que los sabores terrosos, minerales y ácidos, junto con la apariencia incolora y el aroma inodoro, suficiente para la separación sensorial de las aguas según el grado de mineralización. En nuestro caso podemos observar en la tabla 39 que la comunidad Piñonal presenta un mayor de número de muestras con *presencia de burbujas* en cambio en la comunidad en La Mancha podemos decir que este atributo no caracteriza a las muestras de La Mancha.

Tabla 39. Muestras por comunidad que presentaron en apariencia presencia de burbujas.

COMUNIDAD	MUESTRAS
Las Barrancas	<ul style="list-style-type: none"> • Bar 3 Pozo (P/tomar) • Bar 8 GA • Bar I • Bar 4 Pozo • Bar 8 Pozo
Piñonal	<ul style="list-style-type: none"> • Jamapa II • Jamapa I • Jamapa III • PIN 1 YALAGUA G • PIN 10 LLAVE • PIN 2 POZO ()
La Mancha	<ul style="list-style-type: none"> • Mancha III • Mancha I • LM 4 GA • LM 2 LLAVE POZO • LM 1 ESCUELA • Mancha II

Se sabe desde hace mucho tiempo que el agua por su propia naturaleza no tiene sabor (de Greef, Zoeteman, van Oers, Köster y Rook, 1983). Pero como se ha visto en los resultados obtenidos de los perfiles sensoriales de las muestras de agua del estado de Veracruz varias muestras presentan diferentes sabores que se describen en el perfil sensorial, aunque estos atributos están presentes en baja intensidad.

También aunque algunos atributos no se mencionaron anteriormente eso no les resta importancia sino que faltan muchos estudios recientes y más profundos sobre los atributos sensoriales del agua, ya que al ser un producto que en cierto punto se ha considerado que no tiene olor ni sabor su estudio sensorial es complicado y ciertamente muchos olores orgánicos molestos en el agua están presentes en concentraciones de ng/L, mientras que muchas especies minerales se perciben en el sabor en concentraciones de mg/L (Mallevalle y Suffet 1987). La intensidad y los descriptores de los olores pueden variar con la concentración y la temperatura (Lawless & Heymann, 1998). También existe una relación entre la intensidad del olor y la cantidad de compuestos orgánicos de mal sabor. Estos compuestos se pueden identificar utilizando otras técnicas analíticas, como métodos cromatográficos y

espectrofotometría de masas, y también se pueden detectar con pruebas sensoriales del agua (Skjevraak et. al., 2003).

Los contenidos de materia orgánica natural y mineral varían geográficamente debido a la geología regional y son diferentes entre aguas subterráneas y aguas superficiales. Las aguas superficiales suelen tener un mayor contenido de oxígeno disuelto, microorganismos, materia orgánica y partículas, así como variaciones de temperatura desde casi congeladas hasta cálidas. Las aguas subterráneas tienden a tener una temperatura fría y constante con un mayor contenido de minerales, menos microbios y partículas, pero pueden sufrir olores similares a los de los sulfuros producidos por las bacterias reductoras de sulfatos (Dietrich, 2006).

Entonces como ya se mencionó anteriormente la cantidad de minerales en las muestras proporciona características de sabor *mineral*, sabor *salado* y la cantidad de minerales está relacionado con la astringencia de las muestras es porque las muestras que cumplan con estos atributos se podrían considerar aguas subterráneas.

8. CONCLUSIONES

- No se cumplió la hipótesis de trabajo ya que se encontraron diferencias en las características sensoriales del agua y algunas muestras no fueron aptas para consumo humano.
- Se cumplió el objetivo general planteado ya que se conocieron las características sensoriales de las muestras de las diferentes comunidades.
- A pesar de ser muy compleja la evaluación sensorial del agua al ser un producto con una intensidad de sabor y olor muy baja, se lograron generar en total 43 atributos en las muestras de agua, quedando 5 atributos de aspecto (brillante, limpia, densa, capa en superficie, presencia de burbujas), 19 atributos de olor (*intensidad general de olor, dulce, humedad, nota verde, fresco, cloro, tierra mojada, salado, amargo, mineral, ácido, pasto, canela, huevo, medicinal, pescado, humo, madera, herbal*), 14 atributos de sabor (*amargo, ácido, salado, dulce, metálico, carbonatado, mineral, cloro, tierra, pasto, herbal, fresco, cal, huevo*), 2 atributos de textura (*cuerpo y viscosidad*), 3 de resabio (*amargo, metálico, astringente*).
- En el proceso de entrenamiento que fue el más importante y el más largo para poder lograr los perfiles sensoriales de las muestras de agua, se puede confirmar que a medida que los jueces realizaban las pruebas con estándares, lograron mejorar su capacidad para poder distinguir los atributos presentes en las muestras y también de esta forma mejorar sus capacidades sensoriales. Aunque en algunos artículos se encontró que la etapa del entrenamiento es muy corta, nosotros encontramos que se requirieron 6 meses para entrenar al panel. Por el rango de intensidad de los atributos encontrados en agua, es importante seguir las siguientes instrucciones: no tomar ni comer nada al menos una hora antes de la evaluación, no usar perfume o loción los días de evaluación y que el espacio en donde se realicen las pruebas cumpla con las características que enumera la ISO 8589:2007 (Guía general para el diseño de salas de cata).
- El panel entrenado logró realizar el perfil sensorial de 62 muestras de agua provenientes de tres comunidades (Las Barrancas, Piñonal, La Mancha) de los

municipios Alvarado, Jamapa y Actopan, en la zona costera del estado de Veracruz.

- Las muestras de la comunidad Las **Barrancas** se caracterizaron principalmente porque muchas de ellas presentaron un *sabor dulce*.
- Las muestras de la comunidad el **Piñonal** se caracterizaron principalmente por los atributos de:
 - sabor *tierra*
 - sabor *cloro*
 - olor *medicinal*
 - olor *humo*
 - olor *pescado*
 - sabor *metálico*
 - sabor *dulce*
 - sabor *carbonatado* y
 - resabio *astringente*

Los atributos de sabor *cloro*, olor *medicinal*, olor *pescado*, sabor *metálico*, sabor *carbonatado* y resabio *astringente* se consideran atributos que no son deseables en agua para consumo humano.

- Las muestras de la comunidad **La Mancha** se caracterizaron principalmente por los atributos de olor *herbal*, sabor *cloro*, olor *cloro*, sabor *tierra*, sabor *carbonatado*. En esta comunidad se tuvo una muestra que fue la LM3 GA que presentó atributos de olor *tierra mojada*, sabor *amargo*, sabor *dulce*, sabor *ácido*, sabor *salado*, resabio *astringente*, en el caso de sabor *salado* este atributo puede estar presente por una filtración de agua de mar en los pozos de agua. También en esta comunidad se presentó una muestra sin filtro y otra con el filtro en el caso de la muestra sin filtro presentó los siguientes atributos:
 - Olor: *cloro, nota verde, canela, medicinal, fresco, madera, pasto, herbal, ácido, huevo, humedad, intensidad general de olor, mineral, amargo, pescado salado, dulce y humo.*
 - Sabor: *tierra, metálico, mineral, cloro, huevo, fresco y carbonatado.*

En cambio, la muestra con filtro no presentó atributos correlacionados así que el filtro funciona y el agua es más apta sensorialmente para el consumo humano.

- Existen variaciones geográficas por lo que las muestras de agua de las comunidades del estado de Veracruz presentan diferencias sensoriales en sus atributos, aunque sean muestras pertenecientes a la misma comunidad. En México cada una de las regiones naturales que proporcionan agua para consumo humano son diferentes, su proceso, el transporte, el almacenamiento, y los costos para su tratamiento también son diferentes de igual manera existe una gran diferencia de educación sobre el consumo de agua, también sobre el valor que esta tiene y el cuidado que se necesita de este recurso.
- Este trabajo de tesis presenta la información de los perfiles sensoriales de muestras de agua tres comunidades (Las Barrancas, Piñonal y La Mancha) de tres municipios (Alvarado, Jamapa y Actopan) del estado de Veracruz, además se muestra el proceso detallado del entrenamiento del panel desde la preselección de este hasta que se lograron realizar los perfiles sensoriales.

9. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar diferentes investigaciones (composición de compuesto volátiles, químicas, microbiológicas y sensoriales) para identificar más químicos, microorganismos, factores físicos y descriptores sensoriales para identificar problemas que pueden causar algunos factores en el mal sabor y mal olor del agua para consumo humano y aunque ya hay artículos que muestran algunas ruedas de sabor del agua es importante profundizar por que los problemas sensoriales en el agua puede variar geográficamente y demográficamente ya que la percepción y la preferencia de los consumidores es diferente como se mencionó anteriormente.

10. REFERENCIAS

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. (2000). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th ed. APHA, Washington, D.C., USA.
- Badui, S. D. (2006). Agua. En S. D. Badui, *Química de los Alimentos* (págs. 1-25). Juárez, México: Cuarta Edición. Pearson.
- Blancher, G., Chollet, S., Kesteloot, R., Nguyen Hoang, D., Cuvelier, G., & Sieffermann, J.-M. (2007). French and Vietnamese: How do they describe texture characteristics of the same food? A case study with jellies. *Food Quality and Preference*, 18, 560–575.
- Borgognone, M., Bussi, J., Hough, G. (2001). Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? *Food Quality and Preference*, 12:323-326
- Bruchet, A. (2001). *Drinking Water Materials and Water Organoleptic Quality: Influence of Plastic Pipes and Synthetic Coatings*. CIRSEE, Le Pecq, France.
- Bruchet A, N'Guyen K, Mallevalle J & Anselme C. (1989). Identification and behaviour of iodinated haloform medicinal odor. *Proceedings AWWA Ann. Conf.*, Los Ángeles, CA, USA.
- Campos Vásquez, Natalia. 2015. Alimentación para Superar el Tabaquismo. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 24(1), 63-66. Retrieved October 25, 2022, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292015000100009&lng=en&tlng=es.
- Carmona, R. P. (2013). Tesis de Maestría: Evaluación comparativa de dos metodologías sensoriales para generar perfiles descriptivos en alimentos. UAM, México.
- Carrasco, G. R. (2010). Estudio Comparativo del Perfil Sensorial del Huitlacoche (*Ustilago maydis*) y otros hongos comestibles (Tesis de licenciatura) Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, México.

- CNDH. (2014). El derecho humano al agua potable y saneamiento. Recuperado de <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-08/Derecho-Humano-Agua-PS.pdf>
- Conagua. (2021). *Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: Semarnat, Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-2-21-a.pdf>
- CONAGUA. (2022). Cap. 3 Potabilización, desinfección y tratamiento. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: Semarnat, Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/808461/SGAPDS-13-22-a.pdf>
- Dairou, V., & Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash Profile. *Journal of Food Science*, 67, 826–834.
- Delarue, J., & Sieffermann, J.M. (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, 383–392.
- Delgado S., 2019. México primer consumidor de refrescos en el mundo. *Gaceta UNAM*, <https://www.gaceta.unam.mx/mexico-primer-consumidor/>
- de Greef, E., Zoeteman, B. C. J., van Oers, H. J., Köster, E. P., & Rook, J. J. (1983). Drinking water contamination and taste assessment by large consumer panels. *Water Science and Technology*, 15(6–7), 13–24.
- Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
- Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-2020, Agua para uso y consumo humano. Control de la calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua.
- Dietrich, A. M., Glindemann, D., Pizarro, F., Gidi, V., Olivares, M., Araya, M., Camper, A., Duncan, S., Dwyer, S., Whelton, A. J., Younos, T., Subramanian, S., Burlingame, G. A., Khiari, D. & Edwards, M. (2004). Health and aesthetic impacts of copper corrosion on drinking water. *Wat. Sci. Technol.* 49(2), 55–62.

- Dietrich, A. M. (2006). Aesthetic issues for drinking water. *Journal of Water and Health*, 4(S1), 11–16.
- Dijksterhuis, G. (1996). *Procrustes analysis in sensory research*. Elsevier, Netherlands, 185-219.
- Elortondo, F. J. P., y Moya, M. D. S. (2022). *Análisis sensorial de alimentos y respuesta del consumidor*. España: Editorial Acribia.
- Esparza Pérez V., Samberino Lara E., Garrido Mora F. (2018). AGENDA SECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ. Sitio: <http://repositorio.veracruz.gob.mx/medioambiente/wpcontent/uploads/sites/9/2018/11/CAEV-Final-2-julio-2018.pdf>
- Espinosa, M. J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Cuba: Editorial Universitaria.
- Ferreira Filho, SS y Alves, R. (2006). Técnicas de evaluación del gusto y el olfato en agua potable: Método analítico, análisis sensorial y percepción del consumidor. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 11(4), 362–370.
- Fong DY, Halpern GM, Wan V. (2001). Gustatory Evaluation of Still and Carbonated Waters: A Preference Rating Study. *J Med Food*. Autumn;4(3):161-170.
- FORTUNE 2019. Las ganancias millonarias del agua embotellada en México. Junio 2019
- García, A. (2007). *Desarrollo de la metodología de evaluación de procesos olfativos (Tesis de licenciatura)*. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, México.
- García-Pérez, Aracelis, Sánchez-Figueras, Yordanka, Hernández-Navarro, Marlene Isabel, Sánchez-García, Alejandro Javier, & Sánchez-García, Fidel. 2021. Disfunciones quimiosensoriales del olfato y el gusto provocadas por el SARS-CoV-2. *Revista Información Científica*, 100(2), e3411. Epub 01 de marzo de 2021. Recuperado en 25 de diciembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332021000200011&lng=es&tlng=es
- Guevara, B. (2016). *Estudios sobre la calidad del agua embotellada en las marcas de mayor consumo, evaluación y propuesta para el etiquetado en*

México (Tesis de licenciatura). Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, México.

- Gittelman TS & Yohe TL. (1989). Treatment of the iodinated haloform medicinal odors in drinking water. Proceedings AWWA Ann. Conf., Los Angeles, CA, USA (pp. 105–123).
- IDEA FSI Newsletter 2022. La calidad del agua y su importancia para la industria de alimentos. Marzo 2022.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 2018. *¿Qué es la seguridad hídrica?*. Recuperado de <https://www.gob.mx/imta/videos/que-es-la-seguridad-hidrica>
- Institutos Nacionales de Salud (NIH)., 2018. Los trastornos del gusto. <https://www.nidcr.nih.gov/espanol/temas-de-salud/trastornos-del-gusto>
- INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2020*. Recuperado de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=30>
- INEGI con datos de CONAGUA. Subdirección General de Administración del Agua. 2019. Recuperado de <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>
- ISO 13299:2016. Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile.
- ISO 4120:2004. Sensory analysis. Methodology. Triangle test.
- ISO 5492:2008. Sensory analysis Vocabulary.
- ISO 8586:2014. Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
- Jones, A.Q., Dewey, C.E., Doré, K. Majowicz, S.E., McEwen, S.A., David, W. T., Henson, S.J. (2006). Public perceptions of drinking water: a postal survey of residents with private water supplies. BMC Public Health 6, 94.
- Khiari D, Young C, Ye Q, Amar G, Atasi K, Huddleston J & Suffet IH. (1999). Factors affecting the stability and behavior of grassy odors in drinking water. Wat. Sci. Technol. 40(6): 287–292
- Krasner SW & Barrett SE. (1984). Aroma and flavor characteristics of free chlorine and chloramines. Proceedings AWWA Wat. Qual. Technol. Conf., Denver, CO, USA.

- Krasner, S.W., McGuire, M.J., & Ferguson, V.B. (1983). Application of the Flavour Profile Method for taste and odour problems in drinking water. In Presented at AWWA Water Quality Conference.
- Kolodziej, E. (2004). The bottled water story – here’s what the consumers said! Presentation at the American Water Works Association Annual Meeting, Orlando, FL, June 16, 2004.
- Koseki, M., Fujiki, S., Tanaka, Y., Noguchi, H., & Nishikawa, T. (2005). Effect of water hardness on the taste of alkaline electrolyzed water. *Journal of Food Science*, 70(4), S249–S253.
- Lawless, H., and Heymann, H. (1998). Scaling, Capítulo 7; in *Sensory Evaluation of Food, principles, and practices*. Chapman y Hall, New York.
- Lawless, H. y Haymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food. principles and practices*. 2a ed. Springer, Food science texts series.
- Mallevialle, J. & Suffet, I. H. (1987). Identification and Treatment of Tastes and Odors in Drinking Water. Amer. Water Works Assoc., Denver, CO.
- Mackey, E., Baribeau, H., Crozes, G., Suffet, I. & Piriou, P. (2004). Public perception of tap water chlorinous flavor. *Wat. Sci. Technol.* 49(9), 335–340.
- Márquez Fernández, Olivia, & Ortega Márquez, Maritzel. (2017). Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Revista mexicana de opinión pública*, (23), 41-59. Recuperado en 29 de agosto de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S244849112017000200041&lng=es&tlng=es.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Meilgarrd, M. C., Civille, G. V., y Carr, B. T. (2015). *Sensory Evaluation Techniques*. (5th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19493>
- Murray, J. M., Delahunty, C. M., & Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present, and future. *Food Research International*, 34(6), 461–471.
- Pacheco-Vega, Raúl. (2015). Agua embotellada en México: de la privatización del suministro a la mercantilización de los recursos hídricos. *Espiral (Guadalajara)*, 22(63), 221-263. Recuperado en 15 de junio de 2022, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652015000200007&lng=es&tlng=es.

- Paullier J. (2015). Por qué México es el país que más agua embotellada consume en el mundo. BBC News mundo. Recuperado de: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150722_mexico_consumo_agua_embotellada_jp
- Pedrero, D.L. & Pangborn, R.M. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos (D.L. Pedrero & R.M. Pangborn, Eds). CDMX: Alhambra Mexicana.
- Quizhpe, G. (2019). Las aguas purificadas y sus indicadores de la calidad fisicoquímica. Babahoyo, Ecuador: CIDEPRO Editorial.
- Rey-Salgueiro, L., Gosálbez-García, A., Pérez-Lamela, C., Simal-Gándara, J., & Falqué-López, E. (2013). *Training of panellists for the sensory control of bottled natural mineral water in connection with water chemical properties. Food Chemistry, 141(1), 625–636.*
- Espinosa, S. & Reyes, R. (2014). Desarrollo del perfil sensorial de mezcales tradicionales de dos regiones productoras: Zapotitlán de Vadillo, Sur de Jalisco y la región occidental del distrito de ejutla, Valles centrales de Oaxaca (tesis de licenciatura). Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, México.
- Sancho J., Bota E., Castro J. (2002). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Schutz, H.G. Sources invalidity in the Sensory Evaluation of Food. Food Techn.
- Severiano, P., Gómez, D., Méndez, C., Pedrero, D., Gómez, C., Ríos, S., Escamilla, A., Utrera, M., (2016). Manual de Evaluación Sensorial. Facultad de Química, UNAM. CDMX.
- Severiano-Pérez, Patricia. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina, 7(19), 47-68.* Epub 25 de enero de 2021. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Silva, R. C. S. N., Minim, V. P. R., Simiqueli, A. A., Moraes, L. E. S., Gomide, A. I., Minim, L. A. (2012). Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. *Food Quality and Preference, 24(1), 190-200.*

- Sinesio, F., Peparaió, M., Moneta, E., & Comendador F.J. (2010). Perceptive maps of dishes varying in glutamate content with professional and naive subjects. *Food Quality and Preference*, 21, 1034–1041.
- Sipos, L., Kovács, Z., Sági-Kiss, V., Csiki, T., Kókai, Z., Fekete, A., & Héberger, K. (2012). Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation, and chemical analysis. *Food Chemistry*, 135(4), 2947–2953.
- Skjevraak, I., Due, A., Olav, K., & Herikstad, H. (2003). Volatile organic compounds migrating from plastic pipes (HDPE, PEX and PVC) into drinking water. *Water Research*, 37, 1912–1920.
- Slater GP & Block VC (1983) Volatile compounds of the cyanophyceae – a review. *Wat. Sci. Technol.* 15(6/7): 181
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices* (3rd ed.). New York: Academic.
- Suffet, I.H., Khiari D. y Bruchet A. (1999). The drinking water taste and odor wheel for the millennium: Beyond Geosmin and Methyl Isoborneol. *Water science and technology*. 40(6): 1-13.
- Suffet, I. H., Schweitze, L., & Khiari, D. (2004). Olfactory and chemical analysis of taste and odor episodes in drinking water supplies. In *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* (Vol. 3, pp. 3–13).
- Teillet, E., Schlich, P., Urbano, C., Cordelle, S., & Guichard, E. (2010). Sensory methodologies and the taste of water. *Food Quality and Preference*, 21, 967–976.
- Tomic, O., Nilsen, A., Martens, M., & Næs, T. (2007). Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. *LWT-Food Science And Technology*, 40(2), 262-269.
- Vargas Ospina, W., & Castro Ríos, K. (2012). Desarrollo de un vocabulario para la evaluación sensorial de agua tratada envasada en Colombia. *Alimentos Hoy*, 21(25), 58 - 65. Consultado de https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/7
- Villavicencio, E. (2021). Entrenamiento de panel y análisis descriptivo convencional de tostadas de maíz criollo de Oaxaca (Tesis de licenciatura). Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, México.

- Yano H, Nakahara M & Ito H. (1988). Water blooms of *Uroglena americana* and the identification of odorous compounds. *Wat. Sci. Technol.* 20(8/9): 75
- Young C, Suffet IH, Crozes G & Bruchet A. (1999). Identification of a woody/hay odor-causing compound in a drinking water supply. *Wat. Sci. Technol.* 40(6): 279–285
- WORLEY, J.L., DIETRICH, A.M., HOEHN, R.C. (2003). Dechlorination techniques to improve sensory odor testing of Geosmina and 2-MIB. *Journal American Water Works Association*, p. 109-117.