



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO DEL PERFIL SENSORIAL DEL PULQUE  
MUESTRAS: TRADICIONALES Y EXPERIMENTALES

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**QUÍMICA DE ALIMENTOS**

P R E S E N T A  
CATALINA RIVAS HILARIO



MÉXICO, D.F.

2014



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  
VOCAL  
SECRETARIO  
1er. SUPLENTE  
2° SUPLENTE**

**DULCE MARÍA GÓMEZ ANDRADE  
PATRICIA SEVERIANO PÉREZ  
CARLOS IVÁN MÉNDEZ GALLARDO  
CARLOS GÓMEZ CORONA  
SANDRA TERESITA RÍOS DÍAZ**

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**LABORATORIO 4D, 4º PISO DEL EDIFICIO A,  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA,  
FACULTAD DE QUÍMICA,  
CIUDAD UNIVERSITARIA, UNAM**

## **ASESOR DEL TEMA**

Dra. Patricia Severiano Pérez

---

## **SUSTENTANTE**

Catalina Rivas Hilario

---

## DEDICATORIAS

Este trabajo, reflejo del trabajo realizado en el laboratorio de evaluación sensorial de la Facultad de Química perteneciente a la máxima casa de estudios UNAM; lo dedicó principalmente a mi Mamá, mi Carnal, mi cuñada, mis sobrinos, mi tía, a mi viejita, a ti Alejandro y a mi bella e inesperada hija Dulce Camila.

A Patty Severiano que me enseñó a trabajar, a mi pequeño gran equipo: Andrea, Jime, Garo y la más pequeña Laurita.

## AGRADECIMIENTOS

A TI MAMÁ (Aquilina Hilario Martínez) por darme todo lo que sé y soy, por enseñarme que nada es difícil aunque se esté sola. Gracias por todas esas veces en que me apoyaste costándote lo que te costará, muchas gracias por nunca cortarme las alas y siempre dejarme ser lo que quería. Este logro y los éxitos que vienen son tuyos y míos. Siempre recuerda que tú pusiste el dinero y yo la mano de obra. TE AMO MAMÁ MUCHAS GRACIAS POR TODO.

A TI CARNAL (Luis Manuel Rivas Hilario) por ser aquél que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas, por ser aquél que me ha enseñado lo que he aprendido en la calle, por ser aquella persona que nunca nos ha dejado solas, y por ser aquél que se quito lo que necesitaba en su momento por dármelo a mí. En verdad mil gracias por todos esos bellos momentos que hemos vivido juntos y al igual que con mamá, mis logros y éxitos serán los tuyos. TE AMO MUCHO CARNALITO ☺.

A mi cuñada (Ana Lilia Reyes) que llegó a complementar a mi hermano, gracias por hacerlo feliz como lo has hecho. Gracias por aconsejarme cuando te lo pedí y por apoyar a mi hermano como lo haces.

A mi Natita y Hazel que son unos de mis grandes motores, ya que día a día me esforzaba y me seguiré esforzando por ser un ejemplo para ustedes ☺, los amo mocosos!!. Natita y Hazel sólo quiero decirles que sí yo viviendo lo que viví lo logré ustedes pueden hacer el doble de lo que yo logré, porque no sólo tienen mamá, tienen papá, abuelita y tía Y SIEMPRE SIEMPRE ESTAREMOS PARA APOYARLOS INCONDICIONALMENTE. Gracias por llegar a alegrar mi vida los amo ☺.

Abuelita (Crispina Martínez<sup>†</sup>) mi viejita sé que estés en donde estés me bendices y me guiaras, te nos adelantaste pero sé que ahora estas con mi abuelito, gracias por brindarme esas bellas platicas en los pocos meses que convivimos juntas, sé que no lo sabías pero mientras estuviste a mi cargo logré realizar este trabajo que me dará una herramienta más para la vida. Gracias por darme a la gran mamá que tengo. Te amo mucho viejita y te extraño como no tienes idea. Alejandro gracias por apoyarme a lo largo de estos 5 años, sé que lograremos muchas cosas más. Gracias por estar en los momentos más difíciles, por estar ahí

en aquellos días que quería tirar la toalla porque ya no aguantaba más. Gracias por ese bello ser fruto de nuestro amor y por darme la dicha de ser madre.

Camila gracias por llegar a dar ese nuevo sentido a mi vida, por llegar inesperadamente a brindarme la oportunidad de ser mamá, espero poder darte el mejor ejemplo y guiarte como mi mamá lo hizo conmigo.

A mi tía (Alicia Hilario) por “defender” mis ideales y mis primos (Sergio Martínez, Lourdes Martínez, Gerardo Martínez y Jazmín López) por estar con nosotros.

A mi padrino por cuidar de mí y mi hermano cuando éramos pequeños.

A la Dra. Patty Severiano por enseñarme a hacer las cosas bien y enseñarme con paciencia lo que necesitaba. Por apoyarme en las buenas y en las malas, por darme mis coscorrónes siempre que lo ameritaba y por brindarme su amistad.

A mi pequeño GRAN equipo: Andrea (que hubiera sido de mí si no hubieras ido a Ixmiquilpan), a Jimena (que pesé a mi carácter siempre supiste controlarte), a Garo (por esas aventuras, en donde más sino en Ixmiquilpan), a Laurita (que a la fecha me apoyas incondicionalmente ... y eso que te daba miedo).

A Marce por aquellas platicas con consejos de la vida ☺ gracias porque el laboratorio era más ameno. A los chicos del panel que sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mis conxas y hermanas de vida (Carmen y Anahí) que fueron de mis grandes amigas en mi estadía como alumna; muchas gracias por todo el apoyo brindado y por aquella admiración que me han demostrado ☺.

A mis hermanas (Marce Arredondo, Margarita Farfán, Karla Reyes, Berenice Salgado y Aritzel Cazadero), gracias por los momentos vividos y por creer en mí.

A las personas que me apoyaron en Ixmiquilpan, Hidalgo (Francisco Luna, Edgar Flores, Preciliano Flores Almaraz y Josefina Flor Rincon)

A la UNAM por brindarme la oportunidad de formarme dentro de sus aulas, por ser parte de una de las mejores universidades.

A la FACULTAD DE QUÍMICA por que en el momento que me enteré que había sido de las afortunadas casi lloró.

Al Laboratorio de Evaluación Sensorial (L 4D), por todo lo aprendido y los momentos vividos.

A todas esas personas que me impulsaron para lograr lo que he logrado, sí a los ambulantes de tepanecos, gracias por esos bellos sentimientos que me dieron un gran impulso, para lograr codo a codo con mi familia lo que soy ☺

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
4.1	Objetivo general.....	6
4.2	Objetivos particulares.....	6
<b>5</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PULQUE</b> .....	<b>6</b>
5.1.1	Definición, historia y pulquerías.....	6
5.1.2	Proceso de elaboración.....	9
5.1.3	Proceso de fermentación en el pulque.....	10
<b>5.2</b>	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b> .....	<b>11</b>
<b>5.3</b>	<b>Características de los microorganismos del aguamiel y pulque</b> .....	<b>11</b>
<b>5.5</b>	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b> .....	<b>12</b>
5.5.2	Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC).....	16
5.5.3	Dominio Temporal de las Sensaciones (DTS).....	18
5.5.4	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	19
5.5.5	Pruebas con consumidores.....	20
5.5.6	Mapa de Preferencias.....	20
<b>5.6</b>	<b>Color en bebidas</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
<b>7.1</b>	<b>OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS</b> .....	<b>25</b>
<b>7.2</b>	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b> .....	<b>26</b>
7.2.1	Eta de Preselección.....	26
7.2.2	Selección de candidatos a jueces.....	29
7.2.3	Selección de muestras.....	29
7.2.4	Entrenamiento en el uso de la metodología ADC.....	30
7.2.5	Entrenamiento en la metodología DTS.....	33
<b>7.3</b>	<b>PRUEBAS A CONSUMIDORES DE PULQUE</b> .....	<b>34</b>
<b>7.4</b>	<b>ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR</b> .....	<b>36</b>
<b>7.5</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>38</b>
<b>8.1</b>	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b> .....	<b>38</b>
8.1.1	Preselección de candidatos a jueces.....	38
8.1.2	Selección de candidatos a jueces.....	39
<b>8.2</b>	<b>ENTRENAMIENTO EN LA METODOLOGÍA Dominio Temporal de las Sensaciones (DTS)</b> .....	<b>59</b>
8.2.1	Curvas de DTS.....	59
<b>8.3</b>	<b>PRUEBAS A CONSUMIDORES DE PULQUE</b> .....	<b>61</b>
8.3.1	Nivel socio-económico (NSE) de los consumidores.....	62
8.3.2	Prueba nivel de agrado.....	62
8.3.3	Relación de género, edad, frecuencia de consumo y NSE con la aceptación global en pruebas con consumidores.....	70
<b>8.4</b>	<b>Análisis instrumental de color</b> .....	<b>70</b>
8.4.1	Pulques tradicionales y experimentales.....	70
8.4.2	Análisis con los promedios de los dos tipos de pulque.....	73
<b>8.5</b>	<b>ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)</b> .....	<b>74</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>86</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>91</b>

Abreviaciones

**Apariencia:**

Burbujeante (BA),

Color (C),

Viscosidad (VA),

Turbidez (CL),

Grumoso (LA),

Precipitado (PF),

Brillante (BR)

Formación de hebra (SF)

**Textura:**

Viscosidad (VT)

Burbujeante (BT)

Uniformidad (U)

Grumosidad (LT).

**Olor:**

Nota ácida (ACO)

Nota alcohólica (AO)

Nota fermentado (FO)

Nota agave (AGV)

Nota madera (WD)

Nota amargo (BO)

Nota láctea (D)

Nota acética (AC)

Nota cocción brócoli (CB)

Nota aceitoso (O)

Nota atún (TN)

**Sabor:**

Nota ácida (ANF)

Nota alcohólica (AF)

Nota amarga (BF)

Nota astringente (AST)

Nota aguamiel (MN)

Resabio amargo (BAN)

Nota fresco (F)

NR: No respondió

CV: Coeficiente de Variación

ADC: Análisis descriptivo cuantitativo.

DTS: Dominio Temporal de las Sensaciones.

ACP: Análisis de Componentes Principales.

## 1 RESUMEN

El pulque es una bebida tradicional Mexicana que se vende de manera artesanal en “Pulquerías” particularmente en el DF, en la meseta central se encontró la venta de los productores de manera directa. Es una bebida fermentada de bajo contenido alcohólico (4-7° G.L.) no destilada, obtenida por la fermentación espontánea de la savia del maguey (aguamiel). El proceso de fermentación se lleva a cabo tradicionalmente en tinacales sin adición de inóculo alguno, sin embargo, para acelerar el proceso de fermentación, al aguamiel se le puede adicionar una porción de pulque “fuerte” (semilla). El tiempo de fermentación es variable puede ser desde unas cuantas horas hasta un día entero, dependiendo esto de la temperatura, estación del año, productor y región geográfica donde sea elaborado. Los criterios para determinar que la fermentación ha llegado a su fin, son el grado de viscosidad generado y/o el contenido de alcohol.

Existen pocos estudios que permitan saber acerca de las características sensoriales e instrumentales de la bebida en estudio, sólo hay referencias acerca del aislamiento de la microbiota en general de la bebida en estudio e historia en general de la bebida. Por lo tanto el objetivo del proyecto es desarrollar una metodología de evaluación sensorial e instrumental que nos permita obtener el perfil sensorial de los Pulques dependiendo de la procedencia del mismo. Además de poder establecer el nivel de agrado del pulque de acuerdo al tipo de procedencia del mismo.

El método recomendable de evaluación que permite determinar el perfil sensorial es la evaluación descriptiva por un grupo de jueces (normalmente entre 6 y 10 personas) ya que es un procedimiento fácil para el desarrollo del lenguaje y está libre de la influencia del líder del grupo. Tiene un procedimiento para verificar los términos y además es razonablemente rápido (Stone *et al.* 1980). Se realizó además la metodología Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS, por sus siglas en inglés) es un método reciente en la evaluación sensorial desarrollado para evaluar la evolución temporal de varias percepciones sensoriales en la boca durante la degustación del producto. Este método ya ha sido utilizado para

diversos productos con propiedades de textura diferentes, tales como aguas, cereales, vinos parcialmente desalcoholizados, geles, y productos lácteos. En esta metodología, los jueces utilizan una lista reducida de atributos relacionados con las principales características sensoriales del producto: sabor, la textura del trigémico, y la percepción del aroma (Saint-Eve *et al.* 2011).

En el presente proyecto, se realizó con respecto a la evaluación sensorial: la metodología de análisis descriptivo para el desarrollo del perfil sensorial del pulque, la metodología TDS para encontrar el y/o los atributos dominantes en el pulque con respecto al tiempo y una prueba de nivel de agrado a 9 puntos con 85 consumidores habituales y no habituales de pulque.

Inicialmente se realizó la preselección para participar en el panel de jueces, posteriormente se comenzó con el entrenamiento del análisis descriptivo cuantitativo. Con los jueces se desarrollaron 31 descriptores del pulque que fueron divididos en descriptores de apariencia, olor, textura y sabor. Como resultado del análisis descriptivo cuantitativo se detectaron diferencias en los descriptores de apariencia: burbujeante (BA), color (C), viscosidad (VA), turbidez (CL), grumoso (LA), precipitado (PF), brillante (BR) y hebra (SF); olor: Nota ácida (ACO), nota alcohólica (AO), nota fermentado (FO), nota agave (AGV), nota madera (WD), nota amargo (BO), nota láctea (D), nota acética (AC), nota cocción brócoli (CB), nota aceitoso (O) y nota atún (TN); textura: viscosidad (VT), burbujeante (BT), uniformidad (U) y grumosidad (LT); sabor: nota ácida (ANF), nota alcohólica (AF), nota amargo (BF), nota astringente (A), nota aguamiel (MN), resabio amargo (BAN) y nota fresca (F). Se realizó el entrenamiento en la metodología TDS en la cual se observó que los atributos de viscosidad, nota fresco, uniformidad, amargo en olor, burbujeante, sabor ácido, grumosidad, amargo en sabor, olor a madera, nota alcohólica, nota fermentado, nota agave y astringente en sabor persisten durante toda la evaluación (2min). En las pruebas con consumidores se observó que el 34.51% de consumidores entrevistados consume la bebida mientras que los resultados de frecuencia de consumo indicaron que el 69.41% nunca ha consumido el pulque, el 23.53% lo consume una vez al mes, el 5.49% lo consume 1 vez por semana y el 1.57% lo consume de 2 a 3 días por semana. Se encontró

además que los pulques curados tienen mayor nivel de agrado que el pulque blanco, ya que de los entrevistados el 0.39% indicó que consumen aguamiel, el 27.45% indicó que consume pulque natural, el 61.18% indicó que consume pulque curado, el 5.10% indicó que consume ambos (curado y natural) y el 5.88% indicó que definitivamente era la primera vez que probarían pulque. Además de que dentro de las creencias del bajo o nulo consumo de la bebida los comentarios acerca de los mitos del bajo consumo de pulque, fueron variados, siendo la mala calidad (falta de higiene en el proceso de elaboración) con un 16% el porcentaje más alto dentro de los comentarios expuestos sobre los mitos del pulque, seguido de la textura que presenta la bebida (espesa y babosa) con un 14%, el sabor amargo en la bebida con un 13%, en las mediciones de color se encontró que los pulques evaluados fueron diferentes entre sí en todos los parámetros de color evaluados.

Para comprobar que el perfil sensorial obtenido es confiable y reproducible se buscó correlación con un método instrumental de medición de color con el colorímetro marca Minolta CM-3600d que es un método rápido.

## **2 INTRODUCCIÓN**

El pulque es una bebida tradicional Mexicana que se obtiene por la fermentación de la savia azucarada conocida como aguamiel obtenida a partir de diferentes especies de maguey (*Agave americana*, *A. atrovirens*, *A. ferox*, *A. mapisaga*, *A. salmiana*). Esta bebida es consumida por poblaciones indígenas y mestizas de muchas regiones del país, particularmente en las áreas de la meseta central. Se caracteriza por ser una bebida alcohólica, blanca, con olor fuerte y viscosa (Cervantes y Pedroza, 2007).

El proceso fermentativo tradicional del pulque, es importante ya que permite conocer las características sobresalientes de la producción de esta bebida refrescante que se ha elaborado desde la época prehispánica y que se sigue produciendo en México. El pulque puede elaborarse no sólo mediante la

fermentación espontánea sino con la adición de la semilla, que es un pulque “fuerte” el cual se ha sido fermentado por días. En cualquiera de los procesos de obtención del pulque, ya sea de forma espontánea o adicionándole la semilla, es complicado tener lotes con características semejantes, ya que como se ha mencionado la fermentación depende del tipo de procedencia del aguamiel, la temperatura, la temporada del año, el productor y la zona geográfica en la cual se produce. Aunque podría realizarse una estandarización ajustando al inicio los Bx del aguamiel obtenida, en caso de fermentarse ya sea espontánea o con la adición de semilla, se podría mantener una temperatura “ideal” de 25°C, y para el caso de la adición de semilla tener el monitoreo exacto de esta.

Debido a que el pulque aún permanece en el gusto popular, principalmente de los jóvenes, pulques curados, y en los adultos, pulque blanco, este proyecto permitirá conocer las características sensoriales más importantes que se generan en la bebida denominada pulque. Ya que los estudios sensoriales existentes son poco detallados (NMX-V-037-1972).

### **3 JUSTIFICACIÓN**

México es un país con una rica tradición culinaria en donde los productos fermentados forman parte de ella. Entre ellos el pulque es una de las pocas bebidas que se consumen principalmente en la meseta central y que ha persistido a lo largo del tiempo aunque su consumo ha disminuido notablemente. Por otro lado el nivel de aceptación del producto se desconoce en la actualidad.

El pulque es una bebida refrescante de consumo popular que es elaborado de manera artesanal y que es comercializada en el DF principalmente en pulquerías como una bebida que calma la sed pero a la vez embriaga.

Existen diversos estudios acerca de la microbiología, caracterización de microorganismos presentes y algunas propiedades probióticas de este alimento (Cervantes y Pedroza, 2007, Tovar, *et al.* 2008, Campos, 2010, Cova, 2010,

Torres, 2010, y Gómez-Aldapa, *et al.* 2011), también existen estudios acerca de contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman y Cromatografía de Gases – Espectroscopia de Masas (Cervantes y Pedroza, 2007 y León y *et al.* 2008), sin embargo en México no se han realizado estudios para evaluar las características sensoriales del pulque.

Actualmente no existe un proceso estandarizado de la producción de pulque, ni se tiene una idea general de las condiciones utilizadas en la elaboración de esta bebida. Aunado a esto, el producto es de vida corta, aunque los productores dicen que esta depende mucho de la higiene con la que se realiza la obtención del aguamiel, los tinacales o botes en los que se realiza la fermentación, y constantemente pueden verse afectadas las características sensoriales debido a que el proceso fermentativo no es detenido y llega a desestabilizar el producto, convirtiéndolo en el mejor de los casos en vinagre principalmente si se deja fermentar por demasiado tiempo, siendo así no apto para consumirse.

Por ello, el objetivo de este trabajo es obtener el perfil sensorial del Pulque, esto servirá para poder establecer parámetros de calidad en dicho producto y relacionar los datos obtenidos de pulque tradicional con pulque experimental utilizando para ello las metodologías de ADC y TDS para determinar cuáles son los atributos que persisten a lo largo de la evaluación (2 min.), además de realizar las pruebas afectivas de nivel de agrado para conocer el gusto por las muestras evaluadas. Los datos obtenidos ayudarán a saber si el pulque experimental posee las mismas características que el pulque tradicional, de no ser así, se realizará la reformulación, controlando la fermentación buscando obtener un perfil similar al de los procesos tradicionales.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

- ✓ Obtener el perfil sensorial del Pulque elaborado de forma tradicional como base para la estandarización de un proceso de elaboración de Pulque bajo condiciones controladas de fermentación.

### **4.2 Objetivos particulares**

- ✓ Entrenar a un grupo de personas preseleccionados para integrar un panel entrenado para la evaluación de Pulque.
- ✓ Generar y definir los atributos sensoriales que tipifican al Pulque, mediante un análisis descriptivo cuantitativo.
- ✓ Cuantificar y diferenciar las características sensoriales del Pulque, elaborado y comercializado en la zona centro del país, Pulque de productores en Ixmiquilpan, Hidalgo y Huixquilucan Estado de México, pulquerías del DF y Xochimilco y muestras elaboradas en condiciones controladas en el conjunto E, Edificio de Alimentos y Química Ambiental, Laboratorio 324.
- ✓ Determinar cuáles son los atributos que persisten a lo largo de una evaluación (2min.) mediante la metodología de TDS.
- ✓ Determinar los principales atributos del Pulque mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP).
- ✓ Determinar el nivel de agrado de diversas muestras de Pulque blanco y curado.
- ✓ Correlacionar la evaluación instrumental y la evaluación sensorial del Pulque.

## **5 MARCO TEÓRICO**

### **5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PULQUE**

#### **5.1.1 Definición, historia y pulquerías**

- ✓ **Definición**

El Pulque se define de acuerdo a NMX-V-037-1972 como la bebida fermentada de bajo contenido alcohólico, no clarificada, de color blanco, ácida, de aspecto viscoso elaborada mediante el empleo como substrato fermentable del aguamiel obtenido del maguey pulquero.

El pulque llamado *octli*, *Necuhctli*, de donde viene la voz *neutle*, que se aplica al pulque suave, dulce ... *poliuhqui*, el pulque podrido, descompuesto; *nécuatl*, el aguamiel sin fermentar (Sierra, 2005).

### ✓ Historia

Al término en náhuatl de pulque *octli*, se le agregaban algunos vocablos que modificaban su sentido; se le nombraba *teoctli* por ser bebida de los dioses, *cochiocctli* porque producía sueño y amodorramiento, *matlaloctli* (pulque de color azul), al pulque se le echaba una flor azulácea llamada “quesadilla” o “flor del pollo” (*Comellina palida*) y por eso tomaba ese color; *iztac-octli*, (pulque blanco), que era el nombre que le daban los mexicas al líquido, el llamado pulque blanco fino era cuando: “Se extraía el aguamiel de magueyes mansos, que se capaban a los tres o cuatro años de edad” (Sierra, 2005).

El “*necutli*”, que es la savia o jugo del agave, es conocido como aguamiel, el cual se fermentaba para obtener “*octli*”, bebida ritual a la que se le agregaba una corteza llamada “*ocpatli*” que la hacía más embriagante. El ancestral “*octli*”, bebida de dioses, se convirtió en una bebida popular y con ello, hasta su nombre cambió por el de pulque del náhuatl “*poliuhqui*”, que significa descompuesto. El nombre pulque proviene del náhuatl “*octli*”, y los otomíes lo llamaron “*seí*” (Castillo, 2011).

La mitología mexicana tiene dos versiones sobre su origen: una señala que la diosa Mayahuel descubrió el aguamiel y Pachtécalt o Pantécatl, uno de los 400 dioses de los borrachos descubrió su proceso de fermentación que más tarde Tepoztécatl, Cuatlapanqui, Tlihua y Papaztac perfeccionaron y le llamaron el “vino de la tierra”. La segunda versión afirma que bajo el reinado de Tecpancaltzin (990 – 1042 dC.) un noble llamado Papantzin descubrió la manera de extraer aguamiel y regaló al monarca un jarro de miel prieta de maguey. La doncella Mayahuel fue divinizada, y se le representó como una mujer que emergía de un maguey con una

nariguera de turquesa en forma de luna y bandas rojas sobre la frente y bajo la boca (figura 1). Es semejante a la de Venus de Efeso, con sus 400 pechos para alimentar a los *centzon totochtin* –dioses de los borrachos-, cuyos nombres derivan de las tribus que los adoptaron como patronos. Se dice que es esposo de Mayahuel, Patecatl, descubrió mediante el uso de yerbas *tlapati*, la mejora de la fermentación de la bebida (Lorenzo, 2007).

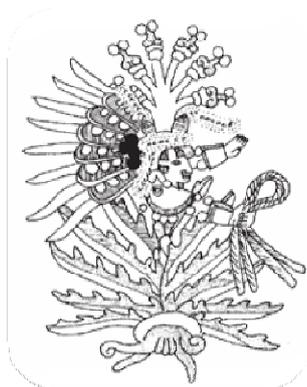


Figura 1. Mayahuel, Códice Borbónico.

### ✓ Pulquerías

La pulquería es un establecimiento que se divide en tres partes: un salón para usuarios, la barra y detrás de ella, el pulquero con sus barriles y recipientes en los que se servirá el pulque y, finalmente, un departamento de mujeres construido de manera tal que siempre resulta ser un espacio limitado, con un mostrador pequeño y sus respectivas puertas para que las mujeres no entren a la sección de los hombres y no vean lo que éstos hacen ni lo que ahí ocurre (Figura 2).



Figura 2. Típica pulquería: salón de usuarios (1), barra y pulquero con sus barriles (2) y departamento de mujeres (3) (Ramírez, et al. 2012).

La pulquería es el sitio donde se reúne la población humilde de los barrios de las ciudades donde, como en las cantinas y otros sitios similares, se reúnen usualmente hombres y se manifiestan múltiples formas culturales y salen a relucir diversos sentimientos bajo el influjo de la bebida.

Las pulcatas han sido calificadas por gran parte de la sociedad “lugares nauseabundos”, sitios “pintarrajeados de colores chillones, figuras extravagantes y hombres chuscos y raros”, así como el consumidor habitual se ha visto con desaire, lo cual no es de extrañarse, dada su condición humilde.

Uno de los motivos por los que se mantenía un buen número de asistentes a la pulquería era por la necesidad de consumir proteínas vegetales, hidratos de carbono y vitaminas, además de considerarse adecuado para los males estomacales ya que según se dice “al pulque le falta un grado para ser carne” y por esto es utilizado para la alimentación infantil o para sustituir la leche materna cuando se desea destetar al bebé (Gárnica, 2008).

### **5.1.2 Proceso de elaboración**

El primer paso para extraer el aguamiel, producto del maguey, es caparlo y hacer una hoquedad en el cuerpo de la planta o mezontete, misma que servirá como cuenco por el que fluye el aguamiel, líquido dulce y ligeramente agrio, a que el *tlaquichero* extrae con un acocote, éste es un guaje alargado con dos perforaciones en los extremos, uno es agudo y se introduce el mezontete para extraerle mediante succión el líquido (Gárnica, 2008) (Figura 3).

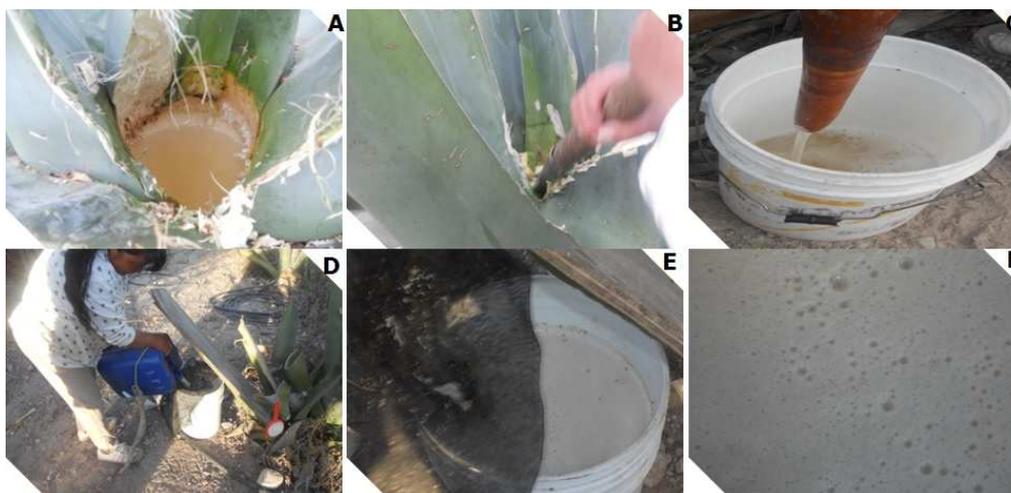


Figura 3. Proceso de elaboración del pulque. (A) Maguey en producción, (B) Raspado de la penca de maguey, (C) Aguamiel obtenida de la penca, (D) preparación de la semilla, (E) Mezcal de la semilla y el aguamiel, (F) Corrida ó pulque maduro.

### 5.1.3 Proceso de fermentación en el pulque

Durante la fermentación el aguamiel se vuelve ácido mientras se forma el ácido láctico y otros ácidos orgánicos. El producto final, pulque, es blanco, líquido, viscoso con alrededor de 45 g/L de etanol y un pH de 3.4. En la fermentación del pulque, tres principales fermentaciones ocurren en el proceso: una fermentación alcohólica que se lleva a cabo por *Zymomonas mobilis* y varios géneros de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, una fermentación láctica y una “fermentación viscosa” en la cual *Leuconostoc mesenteroides* produce dextrano, que da a la bebida una textura viscosa (Escalante *et al.* 2004). El tiempo de fermentación puede durar de 12 a 48 horas a 25°C, cuidando que los recipientes no tengan ninguna sustancia que inhiba los microorganismos mesófilos (detergentes, perfumes, desinfectantes, entre otros). A medida que pasa el tiempo se presentan cambios importantes como un incremento en el porcentaje de etanol y formación de exopolisacáridos como  $\beta$ -glucanos y dextranos; que generan un incremento en la viscosidad transformando el fluido de newtoniano a no newtoniano (Cervantes y Pedroza, 2007).

A partir del pulque, el jugo fermentado del agave (*Agave americana*), se aisló en México una bacteria bacilar, de flagelación polar, móvil, capaz de formar etanol

(Schlegel y Zaborosch, 1997). *Zymomonas* a diferencia de las levaduras que utilizan la ruta glucolítica de Embden-Meyerhoff, *Zymomonas* utiliza, como es típico en este grupo, la ruta de Entner-Doudoroff (Madigan *et al*, 2004) (Figura 4).

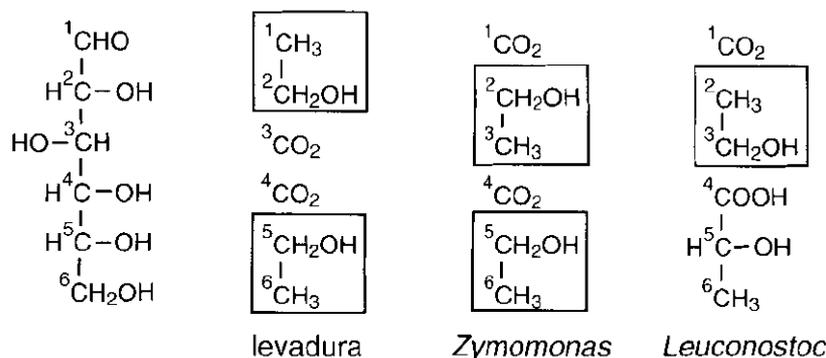


Figura 4. Procedencia de los átomos de carbono del etanol a partir del esqueleto carbonado de glucosa en su fermentación.

## 5.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los principales carbohidratos identificados en el aguamiel son glucosa, sacarosa, fructosa y algunas pentosas. Las concentraciones varían durante el año, debido sobre todo a la presencia o ausencia de lluvias. En la tabla 1 se muestra un estudio realizado en 2004, en la que se muestra la composición química del pulque y aguamiel.

Tabla 1. Composición química del Pulque y del Aguamiel (López, *et al*. 2004)

Referencia	Pulque	Aguamiel	Referencia	Pulque	Aguamiel
<b>Proteína (%)</b>	0.44	0.3	<b>Tiamina (mg%)</b>	0.02	0.02
<b>Cenizas (%)</b>	0.2	0.4	<b>Piridoxina (mg%)</b>	-	-
<b>Calcio (mg%)</b>	10	20	<b>Riboflavina (mg%)</b>	0.03	0.04
<b>Fosforo (mg%)</b>	10	9	<b>Niacina (mg%)</b>	0.3	0.4
<b>Fierro (mg%)</b>	0.7	-	<b>Vitamina C (mg%)</b>	6.2	6.7

## 5.3 Características de los microorganismos del aguamiel y pulque

El pulque es una bebida mexicana no destilada obtenida a partir de diversas especies de *Agave*, principalmente *A. atrovirens*, *A. mapisaga* y *A. salmiana*. Se produce principalmente en los estados de México, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, México, D. F., Puebla, Morelos y San Luis Potosí. La microbiota funcional del

pulque tiene fermentación espontánea homo y heterofermentativa. Contiene bacterias ácido lácticas (BAL) (*Lactobacillus spp.*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum*, *L. mesenteroides ssp. mesenteroides*), *Zymomonas mobilis ssp. mobilis*, Levaduras no *Saccharomyces* (*Candida spp.*, *C. parapsilosis*, *Clavispora lusitaniae*, *Hanseniaspora uvarum*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Pichia membranifaciens*, *Pichia spp.*, *Torulaspota delbrueckii*) y Levaduras *Saccharomyces* (*S. bayanus*, *S. cerevisiae*, *S. paradoxus*). En proceso industrial un cultivo indicador mixto (*Lactobacillus spp.*, *Z. mobilis ssp. mobilis* y *S. cerevisiae*) con o sin *Leuconostoc spp.* Dentro de los productos de fermentación de la microbiota funcional se tiene etanol, ácidos orgánicos, dextranas, vitaminas, aminoácidos, esteres y aldehídos. Al iniciarse la fermentación del aguamiel los cambios químicos que se presentan en el sustrato propician el desarrollo y sucesión de diversos grupos microbianos, como sigue: 1) bacterias productoras de ácido láctico de los géneros *Leuconostoc* y *Lactobacillus* (especies homo y heterolácticas), que incrementan la acidez de la bebida; 2) levaduras no-*Saccharomyces* y *Saccharomyces* y bacterias (*Zymomonas mobilis ssp. mobilis*) que transforman los azúcares en etanol y otros metabolitos secundarios que repercuten en el perfil sensorial de la bebida, 3) bacterias productoras de dextranas (*Leuconostoc spp.*) que confieren la viscosidad al pulque; y 4) bacterias acéticas (*Acetobacter spp.*) que junto con las BAL acidifican la bebida (Lappe *et al.* 2008).

## 5.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Existen dos conceptos que se pueden confundir, ciencia sensorial y evaluación sensorial, que aunque son incluyentes no son lo mismo. La ciencia sensorial incluye el entendimiento de sabor, olor, cinética y varias técnicas de escalas y análisis estadísticos, mientras que la evaluación sensorial aplica los conocimientos y desarrollo de métodos específicos de evaluación discriminativa, descriptiva y afectiva de productos en la solución de un problema (Howard, 1998). Según Torricella *et al.* (2007) conceptualizan a la evaluación sensorial como una disciplina de la química analítica de los alimentos, que se ocupa de los métodos y

procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento. Para lograr que los resultados de la evaluación sensorial sean objetivos, es decir, no totalmente dependientes de las observaciones e informes de un individuo, y verificables por otros, es indispensable asegurar las siguientes condiciones:

- × Local adecuado de cata o degustación.
- × Presentación y preparación de las muestras según el tipo de productos y la capacidad de los panelistas.
- × Selección del tipo de prueba sensorial en función de los objetivos.
- × Utilización de panelistas adecuadamente seleccionados en función del tipo de prueba en la que participarán.
- × Empleo de métodos estadísticos y de cálculo de los resultados en concordancia con el tipo de prueba sensorial.

### **Calidad en los alimentos**

Desde el punto de vista de la química analítica de los alimentos, calidad es el conjunto de índices que determinan el valor de uso de los alimentos y las materias primas empleadas en su elaboración (Torricella *et al.* 2007). Sin embargo, la preferencia o la determinación de un consumidor de incluir en su dieta cierto producto, no depende sólo de la calidad, sino también de otros factores entre ellos la variación de sabor (Kato *et al.* 2009), la tradición y la oferta (Hernández, 2007).

### **Importancia de la evaluación sensorial en los alimentos**

La evaluación sensorial se ha perfeccionado a través del tiempo, por lo que ya se utiliza como unidad instrumental (al igual que un instrumento físico puede analizar y medir atributos), con la única diferencia de que el hombre es mucho más sensitivo que un instrumento físico, y puede analizar todos los atributos a la vez, además que los costos son menores (Daban, 2002).

La evaluación sensorial puede ser aplicada en:

- × Desarrollar nuevos productos.
- × Determinar diferencias sensoriales entre un producto y su sustituto.

- × En reducir costos de producción al sustituir un ingrediente por otro sin alterar sus características sensoriales deseables.

La evaluación sensorial también se puede aplicar en la química orgánica, físico-química, bioquímica, fisiología de las sensaciones, nutrición humana, psicofísica y estadística aplicada para confirmar resultados (Romero, 1997).

### **El hombre como instrumento de medición**

En las medidas sensoriales los instrumentos de medición son los *sentidos* que según la clasificación convencional de Aristóteles son: vista, oído, gusto, olfato y tacto. Generalmente es más correcto referirse a los *analizadores* que los sentidos. El analizador se define como un mecanismo nervioso complejo que empieza en un aparato receptor externo y termina en el cerebro. Los analizadores reciben los *estímulos* del mundo exterior y los transforman en *sensaciones*, las cuales se interpretan e integran con otras sensaciones y con la experiencia anterior transformándose en *percepciones*. Los estímulos son los atributos sensoriales del alimento que se evalúa, la percepción de estas es el reflejo o imagen de la realidad que puede ser más o menos fiel en función de la aplicación (Torricella *et al.* 2007).

### **Características sensoriales**

Las características sensoriales, constituyen el estímulo que se evalúa y a su vez son el reflejo, imagen o percepción, que los analizadores humanos generan a partir de éstas y será más perfecta en la medida que sean mejores los procedimientos, las condiciones de la evaluación sensorial utilizadas y la experiencia de los panelistas. La selección de las características sensoriales a evaluar debe realizarse en función de los mecanismos de la percepción humana y las características concretas del alimento a evaluar, de esta forma se asegura la correcta interpretación de los resultados sensoriales. El proceso de formación de la percepción de las diferentes características sensoriales y las interacciones entre los distintos estímulos con los analizadores es complejo. A partir de aquí se definen 4 características sensoriales: aspecto, olor, sabor y textura, aunque en la práctica se definen de 3 a 5 en función del tipo del tipo de producto de que se trate (Torricella *et al.* 2007).

### 5.5.1 Desarrollo de perfil sensorial

Una técnica que a menudo es combinada con el estudio de consumidores es el análisis sensorial descriptivo, que puede considerarse como el paso siguiente en la caracterización sensorial de un alimento, ya que proporciona un lenguaje propio para poder definir y comunicar las sensaciones percibidas. La generación de descriptores es una de las etapas más importantes en cualquier análisis descriptivo (Guerrero *et al.* 2000).

Los análisis descriptivos multiescalares como los perfiles o el análisis descriptivo cuantitativo son pruebas de gran interés porque permiten analizar y cuantificar los distintos atributos que configuran la calidad sensorial de un alimento. Su uso en el desarrollo de productos o en el análisis de las preferencias del consumidor, hace que su uso sea cada vez más frecuente (Damasio y Costell, 1991).

Los principales objetivos del perfil sensorial es la descripción de la calidad sensorial de un producto en función de los atributos que se perciben del mismo y/o realizar comparaciones entre diversos productos. El análisis descriptivo puede indicar exactamente cuál es la dimensión sensorial de las diferencias entre el producto analizado y los de la competencia. Es usado para el desarrollo de productos, con lo que se permite ver que tan cercano está del objetivo la introducción de un producto nuevo o que tanto se asemeja a un prototipo. También puede ser usado en pruebas de vida de anaquel, emitiendo juicios consistentes a lo largo de diferentes evaluaciones del mismo producto, y también puede usarse para control de calidad sobre todo cuando existen quejas por parte de los consumidores (Lawless y Heymann, 1998).

Existen diferentes métodos para generar términos que describen las distintas características de un producto:

- ✓ Discusión abierta con moderador: los jueces evalúan diversas muestras y dan los términos que consideran más adecuados para describirlas. En una sesión grupal se eligen los términos considerados como los mejores descriptores.

- ✓ Discusión entrecruzada: con consumidores o jueces, consiste en la selección de una triada de muestras, presentadas en par. Para cada par, las personas elaboran una lista con descriptores comunes y otra de los que la diferencian.
- ✓ Asociación controlada: en donde se solicita al juez que confeccione una lista de palabras que él asocie con los atributos de un producto determinado.
- ✓ Lista previa: se dispone de una lista previa de descriptores y las muestras, y se pide a los jueces que marquen junto a cada descriptor si los considera críticos o no (Damasio y Costell, 1991).

### **5.5.2 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC)**

El análisis sensorial descriptivo se distingue de otros métodos de análisis sensorial ya que evalúa las diferentes características sensoriales de un alimento y permite conocer al evaluar varias muestras el rango de diferencia entre ellas.

El análisis descriptivo cuantitativo es una técnica en donde se entrena a individuos que identifican y cuantifican en orden de ocurrencia, las propiedades sensoriales de un producto o de un ingrediente. Estos datos permiten desarrollar modelos multidimensionales apropiados de un producto, en una forma cuantitativa fácilmente entendible tanto en el mercado, como en un medio de investigación y desarrollo. Esta técnica también se ha utilizado con buenos resultados para generar datos acerca de un concepto y de productos ideales antes de que se inicie propiamente su desarrollo (Stone *et al.* 1974).

El análisis descriptivo cuantitativo fue desarrollado durante los setentas con la intención de incluir estrategias para explicar algunos aspectos de comportamiento de la percepción, siendo muy importante la selección de los jueces y el entrenamiento. También el uso de una escala de intervalo y la evaluación estadística permiten obtener información de efectos de comportamiento que deben ser ajustados a las necesidades del mercado (Piggott *et al.* 1998).

El análisis descriptivo cuantitativo es capaz de responder a todas las características de un producto como la apariencia, el aroma, el sabor, la sensación, etc. Es un método cuantitativo que permite determinar la confiabilidad individual y de grupo. No requiere un grupo grande de jueces (normalmente entre 6 y 10 jueces) y puede ser usado en cualquier producto. Tiene un procedimiento fácil para el desarrollo del lenguaje y está libre de la influencia del líder de grupo. Tiene un procedimiento para verificar los términos y además es razonablemente rápido (Stone *et al.* 1980).

Dentro de los análisis descriptivos existen también técnicas alternativas que compiten con el análisis descriptivo cuantitativo o con el desarrollo de perfiles, estas técnicas son el análisis de similaridad-disimilaridad o el perfil de libre elección. Son técnicas que pueden ayudar de igual manera al desarrollo de productos, vida de anaquel o control de calidad, pero todas tienen ventajas e inconvenientes y por tanto no son capaces de sustituir de forma ventajosa a los análisis descriptivos clásicos como el análisis cuantitativo descriptivo (Damasio y Costell, 1991).

En general las diversas etapas para la elaboración de un perfil sensorial son:

- La selección de los jueces,
- Selección de un lenguaje sensorial para describir los atributos del producto,
- Reducción de términos,
- Selección de productos de referencia, y, finalmente,
- Entrenamiento del panel con el fin de cuantificar los atributos del producto.

Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA<sup>®</sup> por sus siglas en inglés) se desarrolló durante la década de 1970 para corregir algunos de los problemas percibidos asociados con FPM (Método Perfil de Sabor). El origen del lenguaje en el ADC no es técnico, es lenguaje cotidiano, para evitar predisponer el comportamiento de respuesta que se puede producir al proporcionar un lenguaje, lo que implica corregir respuestas no correctas. Los patrones de referencia sólo se utilizan en el

ADC cuando un problema con un término en particular se identifica y se espera que los sujetos sólo necesiten referencias 10% del tiempo. A diferencia de muchos otros métodos, el ADC supone que los jueces usan diferentes partes de la escala para evaluar los atributos del producto, por lo que es las diferencias relativas entre los productos, no las diferencias absolutas que proporcionan la información. Los resultados de éxito ADC indican que los panelistas se calibran con respecto a las diferencias relativas entre las muestras. El diseño para el análisis descriptivo se basan en medidas repetidas y el análisis estadístico se realiza generalmente mediante análisis de varianza. A menudo, el diagrama de tela de araña o araña se utiliza para representar gráficamente los datos (Murray *et al.* 2001).

### **5.5.3 Dominio Temporal de las Sensaciones (DTS)**

Un método para cambios dependientes del tiempo ha sido limitar el perfil informado a un subconjunto de sensaciones clave, llamada método del Dominio Temporal de las Sensaciones (TDS, por sus siglas en inglés). La idea básica es presentar un conjunto de atributos predeterminados en la pantalla del ordenador y las escalas de calificación de la intensidad de cada uno de los atributos presentados (por cada uno de los panelistas).

Los panelistas son instruidos para atender y elegir sólo la sensación "dominante" en cualquier momento después de probar la muestra y hacer clic en el botón de inicio. "Dominante" ha sido descrito como "la percepción más notable", "la sensación predominante", o "nueva sensación" apareciendo en un momento dado (y no necesariamente la más intensa), en la medida en que uno está anotando atributos en orden de aparición. El método tiene un precedente en el método Perfil de sabor.

Después de beber o tragar la muestra, al panelista se le indica que haga clic en el botón Inicio y seleccione de inmediato el primer atributo que perciba y que evalúe su intensidad, por lo general en una escala lineal de 10 puntos o 10 cm. El equipo continúa registrando la intensidad hasta que algo cambie, y se selecciona un nuevo atributo dominante. En una versión de este método, múltiples atributos cambiantes pueden ser marcados en diversos intervalos de tiempo "hasta que

todas las sensaciones se han anotado cronológicamente percibidas". Otras publicaciones parecen implicar que sólo un atributo dominante se registra en cualquier momento dado.

Esta técnica produce un registro detallado de la intensidad de los atributos y del tiempo por cada uno de los panelistas (Lawless & Heymann, 2010).

### **Análisis de datos Tiempo Intensidad (TI)**

La valoración de la intensidad sensorial de forma continua) y la elección de la sensación dominante en el tiempo (DTS) son tareas difíciles que requieren de un largo tiempo de entrenamiento. Hay diversos factores que influyen en la evaluación: la forma en que los jueces mueven la lengua, la velocidad en que mastican y las tasas de flujo salival, por lo que es importante considerarlas ya que influyen en la percepción de la intensidad y la persistencia de la sensación. A pesar de la diferencia en los patrones temporales, los jueces pueden ser entrenados para dar respuestas reproducibles que son consistentes a través de muestras. En muchos estudios, los parámetros de TI (tales como tiempo de intensidad máxima, la máxima intensidad y duración total) se extraen de las curvas de TI, los resultados se expresan como un promedio de la curva TI. Cuando se han valorado olores se ha observado que cuando se inhala (o inhalan), la sensación de aroma disminuye casi inmediatamente después de que el sujeto deja de oler (Taylor & Linforth, 2010).

#### **5.5.4 Análisis de Componentes Principales (ACP)**

Análisis de componentes principales (ACP) es el método más ampliamente utilizado como herramienta estadística multivariante en el análisis sensorial. Si se aplica a los estudios de consumidores, los datos de entrada consisten en una muestra (filas) por los consumidores (columnas) de la matriz, y el resultado se conoce como asignación de preferencia interna. Cuando se aplica a análisis descriptivo, los datos de entrada es una muestra (filas) por descriptor (columnas) de la matriz, normalmente construido a partir de los valores medios correspondientes a los evaluadores. ACP reduce el número de p variables

originales (columnas) en un número menor de variables no observables  $k$  (componentes principales) que son combinaciones lineales de los originales. El objetivo principal de ACP es la explicación de que gran parte de la variabilidad de los datos originales como sea posible con el menor número de estos componentes principales como sea posible (aunque es posible obtener como muchos de ellos, ya que hay variables originales) (Borgognone *et al.* 2001).

### **5.5.5 Pruebas con consumidores**

Un alto espectro de características sensoriales que incluyen la apariencia, el aroma, el sabor y la textura son usados por los consumidores para adquirir y tomar decisiones sobre lo que consumirá con respecto a un producto determinado (Chambers y Bowers, 1993).

Las pruebas con consumidores son de las más valiosas dentro de la metodología sensorial. A través de ellas se pueden responder preguntas importantes acerca del gusto del consumidor como: cuál es el grado de aceptación de un producto, cuál es la preferencia hacia un producto y cuáles son los atributos que percibe basado en sus características sensoriales (Muñoz, 1999).

Cuando se realiza un análisis sensorial con consumidores un producto no tendrá éxito en las ventas solo por que tenga altos promedios hedónicos, las posibilidades para que un producto se posea del mercado dependen de otros factores como son el precio, la imagen, el envase, el nicho, etc. Sin embargo, un producto que no haya tenido un buen promedio en la prueba de aceptación, difícilmente se comercializará a pesar de que haya un gran mercado (Lawless y Heymann, 1998).

### **5.5.6 Mapa de Preferencias**

El Mapa de Preferencias (“preference mapping”) se refiere a una serie de técnicas multivariantes que ilustran, mediante mapas perceptuales, la relación entre los productos, sus atributos sensoriales y el gusto del consumidor. Por lo general, los

atributos sensoriales son evaluados por jueces; los productos son evaluados por jueces y consumidores habituales del producto. Además del “preference mapping” de consumidores individuales, “preference mapping” también puede asignar segmentos de consumidores que presentan gusto similar. Dichos segmentos son a menudo identificados por análisis de grupos de datos de los consumidores antes de la asignación de preferencia (Kemp *et al.* 2009).

“Preference mapping” es una herramienta comúnmente usada en la comprensión de los atributos sensoriales descriptivos que impulsan las preferencias de los consumidores. El procedimiento requiere una caracterización objetiva de los atributos del producto sensorial, alcanzado por el análisis descriptivo, que se relaciona a continuación con puntuaciones de preferencia para el producto obtenido a partir de una muestra representativa de los consumidores.

El “preference mapping” puede guiar la optimización y desarrollo de productos. Las técnicas de preferencia interna y externa de se han aplicado en una serie de estudios con una variedad de productos (Thompson *et al.* 2004).

## **5.6 Color en bebidas**

La identidad y calidad de algunos alimentos es determinada por el color, por lo que muchos consumidores asocian un color con productos específicos, tal es el caso del café, el vino, los quesos, etc., por mencionar algunos. El color es uno de los primeros factores evaluados en los alimentos antes de probarlos, observándose que un cambio en el mismo podría ser suficiente para propiciar el rechazo del consumidor. La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, ya que se hace uso del sistema visual, respondiendo a estímulos de luz que se registran por la retina, transmitidos por señales eléctricas al cerebro donde son interpretadas (Escamilla, 2006).

### **✓ Color**

El color es el resultado de la percepción de la luz después de haber interactuado con un objeto es una cualidad sugestiva que depende de la intensidad de la luz,

del objeto sobre el que incide y del buen funcionamiento del órgano de la vista, complementando la información del objeto junto con su forma y textura.

La definición engloba tres conceptos:

- La luz: se percibe el color gracias a la existencia de las radiaciones luminosas; sin la luz no percibimos el color.
- El objeto: el color existe gracias a la aglomeración de diversos pigmentos.
- La vista: Receptor del color.

Con respecto a la luz, cuando el ser humano observa un objeto lo hace bajo la luz solar o la luz de una fuente lumínica, lo cual influye en la percepción del color, en el caso del uso del Colorímetro (instrumento) es necesario utilizar iluminantes artificiales, los cuales se producen por el calentamiento de un metal a cierta temperatura, por lo que se miden en grados Kelvin, es decir, es la radiación que se emana al llegar a esa temperatura, como por ejemplo las que se mencionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Temperatura para alcanzar el tipo de luz, (Escamilla, 2006).

Tipo de luz	Símbolo	Temperatura (K)
Luz solar	D65	6500
Incandescente	A	2855
Fluorescente blanca	CWF2	4150

La luz, tal como se entiende vulgarmente, es una parte de espectro de las ondas electromagnéticas, que incluye desde los rayos X y ultravioleta (UV) hasta los rayos infrarrojos (IR), microondas (MO), radio, etc. La franja de energía radiante comprendida entre los rayos UV y los rayos IR es a las que el ojo humano es sensible, y por eso se denomina espectro visible o, simplemente, luz (Figura 5). El parámetro básico que diferencia estas radiaciones es la *longitud de onda*  $l$ , que en el caso de la luz comprende básicamente desde los 380 nm hasta los 780 nm ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ).

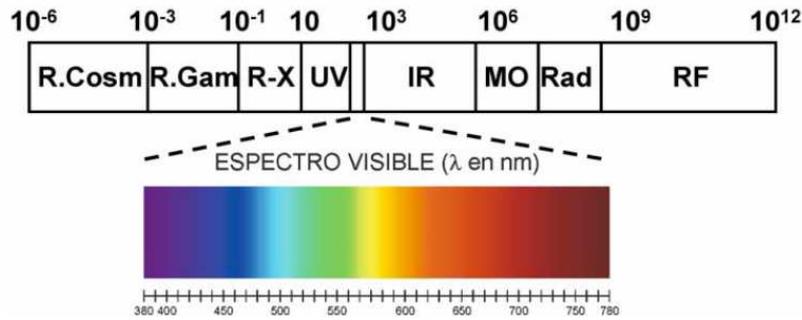


Figura 5. Espectro electromagnético remarcando la franja (espectro visible) al que es sensible el ojo humano.

Los órganos visuales a los que se refiere la definición del color de la RAE son los sensores de luz que se encuentran en la retina. En concreto, existen tres tipos de sensores de color o fotorreceptores: uno sensible a la luz roja (sensor L), uno sensible a la luz verde (sensor M) y uno sensible a la luz azul (sensor S). Este código perceptual, basado en las respuestas iniciales de los sensores LMS de la retina, consta de tres atributos básicos (Figura 6):

- Tono ( $h^*$ , del inglés hue): Atributo de una sensación visual según el cual una región se asemeja a uno de los colores percibidos: rojo, amarillo, verde y azul, o a una combinación de dos de ellos (amarillo + rojo = naranja, etc.)
- Claridad ( $L^*$ , del inglés lightness): La luminosidad de un estímulo juzgada en relación a la de otro estímulo iluminado de manera similar que parezca blanco, es decir, que es el atributo perceptual que evalúa la sensación visual “claro – oscuro” de un color.
- Colorido o Croma ( $C^*$ , del inglés chroma): Atributo de una percepción visual en el que el color de cierto estímulo parece más o menos cromático, o sea, el que evalúa la sensación visual “débil – fuerte” o “pálido – intenso” de un color (Montesinos, 2003).



Figura 6. Atributos perceptuales básicos del color.

### ✓ La medida del color

La colorimetría es la ciencia que tiene por objeto la medida del color y dado que el color no es una propiedad intrínseca de los objetos sino que depende del estado físico, de iluminador utilizado y de la sensibilidad del ojo, obliga a establecer una serie de condicionantes para la correcta interpretación de las medidas realizadas.

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE, Commission Internationale de l'Eclairage) estableció, en 1931, una serie de definiciones y normas relativas a las características de los iluminadores que deben emplearse en las medidas del color, las condiciones para la medida y las curvas espectrales de sensibilidad del denominado "ojo normal", según las ideas de Young y Helmholtz.

Estas curvas espectrales se realizan frente a tres estímulos luminosos convencionales denominados X, Y, Z cuya correspondencia es (Sancho *et al.* 1999):

X = Rojo virtual

Y = Amarillo virtual

Z = Azul virtual

Los instrumentos de medición del color buscan simular la manera en la cual los ojos humanos captan el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación, para proporcionar una medida cuantitativa reproducible.

En la industria alimenticia, el método de medición de color más utilizado es el L\*a\*b o también conocido como el sistema CIELAB, originalmente definido por el CIE en 1976.

El atributo *L* describe el componente de claridad o luminosidad de un color, en base a las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0). La coordenada *a* da un valor de las tonalidades rojo (+*a*) hasta verde (-*a*), mientras que la coordenada *b* indica tonalidades de amarillo (+*b*) hasta azul (-*b*).

El instrumento que se utiliza para llevar a cabo la evaluación del color en los alimentos, es el Espectrofotómetro Minolta CM – 3600d, el cual mide los factores de reflectancia y de transmitancia espectrales, teniendo como objetivo, comparar a cada longitud de onda, el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto, con el de un patrón en caso de que exista.

El sistema espectrofotométrico usado para medir muestras no fluorescentes (cuerpos opacos), como es el caso del alimento en estudio, se muestra en la figura 7 (Escamilla, 2006).

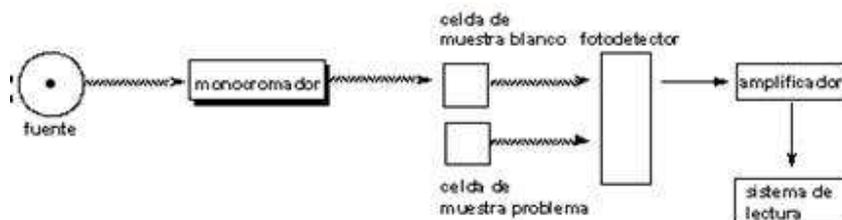


Figura 7. Esquema de las partes más importantes de un espectrofotómetro.

## 6 HIPÓTESIS

- Si las características sensoriales del pulque cambian en función del lugar de elaboración y/o venta; entonces serán la textura y el sabor los grupos de atributos que presentarán mayor diferencia entre los grupos de atributos analizados.
- Si se desarrolla un buen entrenamiento en la metodología descriptiva cuantitativa (ACD), entonces se encontrará una correlación entre los resultados obtenidos con el panel de jueces y los resultados obtenidos con el método instrumental.

## 7 METODOLOGÍA

### 7.1 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras de Pulque empleadas en este estudio, fueron obtenidas de productores en, Ixmiquilpan, Hidalgo y Huixquilucan, Estado de México, pulquerías del Distrito Federal, Centro y Xochimilco y muestras elaboradas en condiciones controladas en el conjunto E, Edificio de Alimentos y Química Ambiental, Laboratorio 324. A estas muestras se les determinó el perfil sensorial y se les midió de manera instrumental el color. Cabe señalar que en el conjunto E se

realizó el monitoreo microbiológico únicamente de las muestras elaboradas bajo condiciones controladas (muestras experimentales).

## **7.2 EVALUACIÓN SENSORIAL**

### **7.2.1 Etapa de Preselección**

Se realizó una convocatoria a la cual acudieron un grupo de personas interesadas en formar parte de un grupo de jueces (panelistas), a las personas interesadas se les aplicaron una serie de pruebas descritas a continuación:

- Se les aplicó un cuestionario de salud y hábitos alimenticios. Este cuestionario nos permitió conocer el estado de salud general y descartar así a los participantes que sufrieran alguna alergia o enfermedad.
- Pruebas de umbral. Prueba analítica que permite conocer los umbrales de 4 gustos básicos (ácido, amargo, dulce y salado). Las concentraciones evaluadas se muestran en la tabla 3 (Jardón, 2006 y Aldape, 2006).

Pruebas de olores: *identificación y reconocimiento* de notas comunes, dos niveles de *pruebas discriminativas*, *prueba de umbral* de un olor común y una *prueba de memoria*. Se siguió el procedimiento descrito por Méndez, 2011.

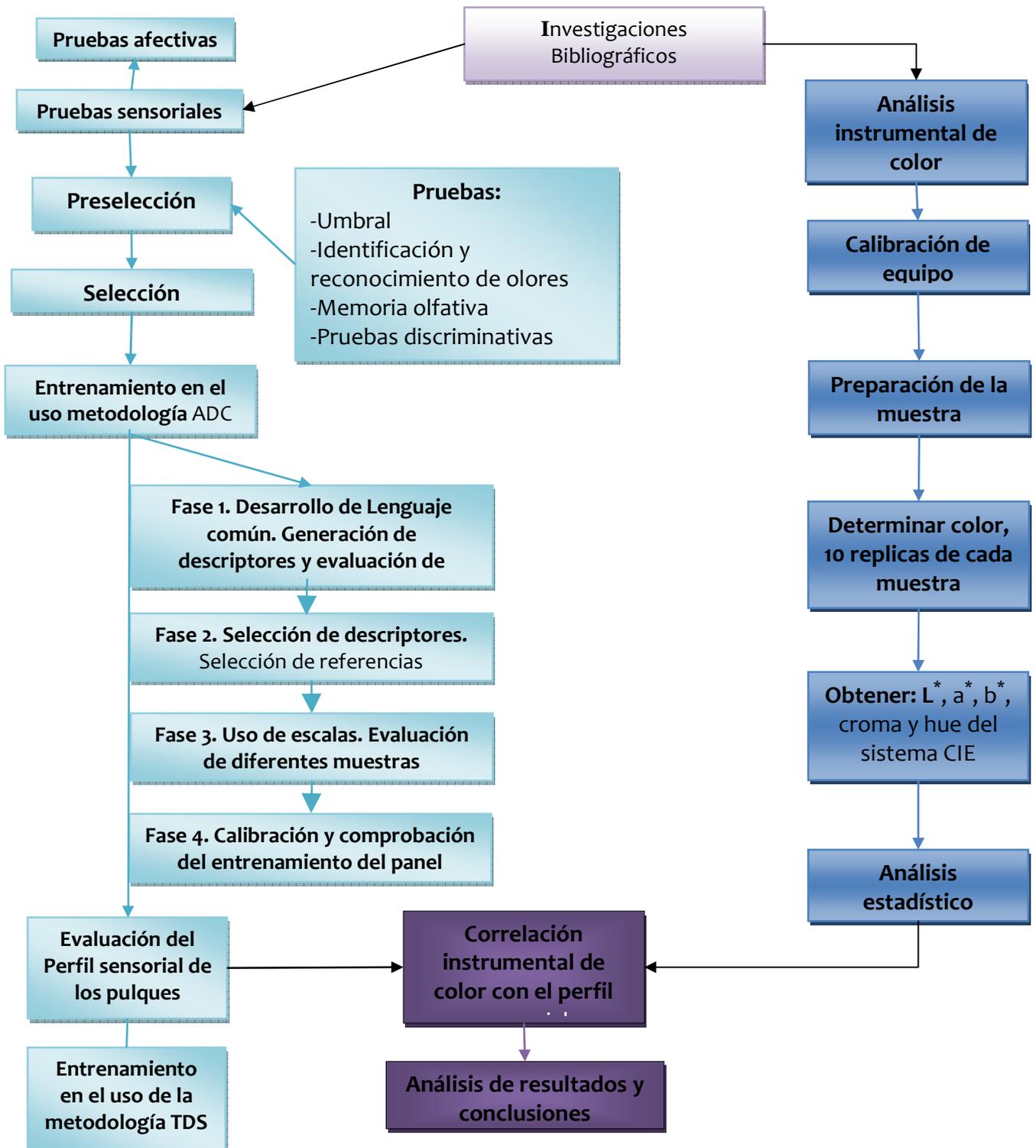


Figura 8. Diagrama de la metodología seguida en el desarrollo del perfil sensorial del pulque y la evaluación instrumental de color.

Todas las respuestas eran capturadas en mini Lap top's a las cuales se les cargó un cuestionario, el cual se elaboró con el software FIZZ®.

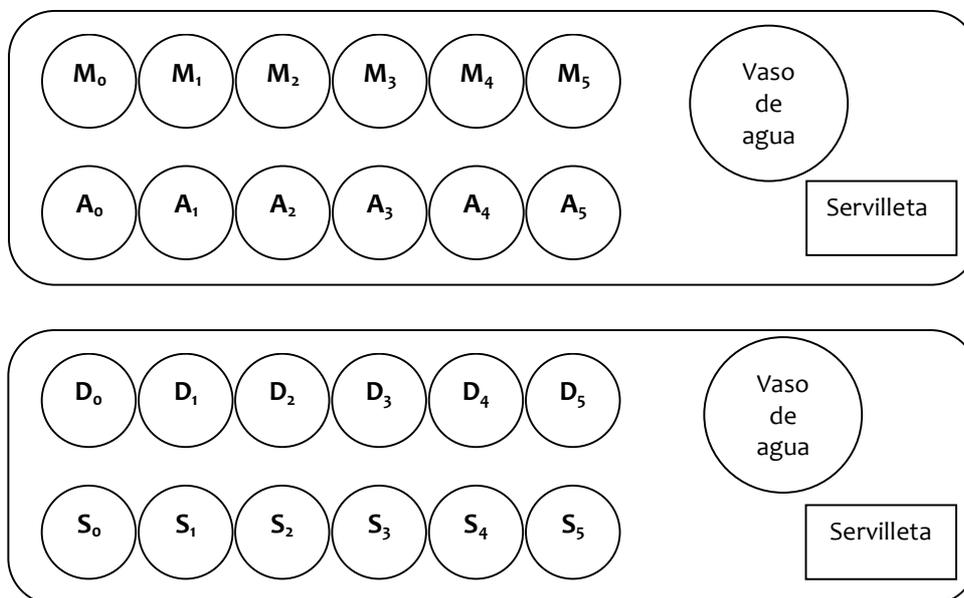


Figura 9. Charolas de evaluación para gustos básicos, primera sesión: amargo (M) y ácido (A), segunda sesión: dulce (D) y salado (S).

Tabla 3. Gustos básicos y concentraciones empleadas para la preselección de panelistas.

Gusto	Estándar	Concentraciones, %					
Ácido (A)	Ácido cítrico	0	0.010	0.020	0.030	0.035	0.040
Amargo (M)	Cafeína	0	0.010	0.012	0.020	0.030	0.045
Dulce (D)	Sacarosa	0	0.100	0.300	0.600	0.800	1.200
Salado (S)	Cloruro de sodio	0	0.020	0.040	0.080	0.150	0.220

(N)	(L)	(C)	(R)			Identificación y Reconocimiento
				(N)		Memoria
(H <sub>1</sub> )	(H <sub>2</sub> )	(G <sub>1</sub> )				Discriminativas nivel 1
(N <sub>1</sub> )	(J <sub>1</sub> )	(J <sub>2</sub> )				Discriminativas nivel 2
(C <sub>1</sub> )	(C <sub>2</sub> )	(C <sub>3</sub> )	(C <sub>4</sub> )	(C <sub>5</sub> )	(C <sub>6</sub> )	Umbral

Figura 10. Olores presentados de izquierda a derecha. Identificación y Reconocimiento: Naranja (N), Limón (L), Canela (C) y Rosas (R). Memoria: Nardo (N). Discriminativas nivel 1: Hierbabuena (H1 y H2) y Guayaba (G1). Discriminativas nivel 2: Nardo (N1) y Jazmín (J1 y J2). Umbral: Café (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> Y C<sub>6</sub>)

- Pruebas discriminativas (triangulares): Es una prueba analítica de diferenciación que permite determinar la capacidad discriminante de los participantes entre muestras parecidas entre sí. Para esta prueba se utilizaron 3 tipos de muestras diferentes. La prueba consiste en una triada, donde 2 muestras son iguales y una diferente, cada muestra se evaluó por duplicado y se le pedía al participante que identificara la muestra diferente y que dijera en base a que había tomado esa decisión. Cada producto fue evaluado en 3 sesiones diferentes (Méndez, 2011).

Tabla 4. Muestras empleadas en las pruebas discriminativas.

Muestra	Marca/Procedencia	
	1ª triada	2ª triada
Gomitas	Ricolino	Ricolino
Gomitas	Del Angel	Mangogo
Bebidas fermentadas	Yakult	Lalacult
Bebidas fermentadas	Chamito	Bonacult
Pulque	Ixmiquilpan, Hidalgo	La hija de los apaches
Pulque	Xochimilco, DF	Los duelistas

### 7.2.2 Selección de candidatos a jueces

La selección de los candidatos se realizó en base a los siguientes criterios (Utrera, 2007):

1. Uso adecuado de los sentidos
2. Buena memoria olfativa y gustativa
3. Buena capacidad discriminante
4. Capacidad para expresar los estímulos percibidos
5. Disponibilidad para asistir a todas las sesiones de entrenamiento
6. Poseer un buen estado de salud
7. Gusto por las muestras a evaluar

9 personas fueron seleccionadas como candidatos a jueces para llevar a cabo el entrenamiento, de los cuales 6 son mujeres y 3 hombres con edades entre 20 y 27 años.

### 7.2.3 Selección de muestras

Las muestras evaluadas (Tabla 5) se seleccionaron de acuerdo a la fase de la metodología de ADC.

- a) Muestras diferentes. Se trata de pulques enlatados y experimentales los cuales se utilizaron en la etapa de entrenamiento.
- b) Muestras comerciales: son muestras directas de productores y pulquerías necesarias para la comprobación del entrenamiento y como referencia para anclar las escalas de evaluación.

Tabla 5. Muestras empleadas para la generación de descriptores.

Sesión	Muestra	Sesión	Muestra
1	P1	5	Pulque Experimental
2	P2	6	Pulque fermentación 24 horas
3	P3	7	Pulque fermentación 28 horas
4	P4		

### PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Las muestras de pulque evaluadas fueron presentadas en vasos del #0 codificados. El orden de presentación fue aleatorio entre los panelistas. Las muestras se conservaban en refrigeración, 4°C, hasta el momento de la evaluación. Las muestras a evaluar eran colocadas en una charola negra, para el caso del ADC las muestras se colocaban frente a los grupos de referencias, apariencia, olor, textura y sabor. La evaluación de pulque se realizó bajo condiciones de luz blanca en mamparas blancas, las cuales cuentan con luz blanca y luz roja o azul, separadas (Figura 11). En dichas mamparas se colocaba la charola de evaluación, vasos de agua purificada, servilletas y computadoras que contenían los cuestionarios de evaluación realizados con el programa FIZZ®.

#### 7.2.4 Entrenamiento en el uso de la metodología ADC.

##### 1. Desarrollo de un lenguaje común

Se realizaron 7 sesiones en las cuales se evaluó un total de 7 pulques (Tabla 6). En cada sesión se les presentaba a los jueces una charola con 1 muestra de pulque. El análisis sensorial se enfocó en evaluar 4 grupos de atributos fundamentales en el pulque que fueron aspecto, olor, textura y sabor.



Figura 11. Cabinas utilizadas para las evaluaciones.

Tabla 6. Pulques utilizados para la generación de descriptores.

Sesión	Muestra	Sesión	Muestra
1	P1	5	Pulque Experimental
2	P2	6	Pulque fermentación 24 horas
3	P3	7	Pulque fermentación 48 horas
4	P4		

Los descriptores generados en esta etapa deben describir todas las características importantes del pulque.

## 2. Selección de descriptores

Una vez generados los atributos mediante las muestras de la tabla 6, estos fueron cuantificados y se procedió a seleccionar los atributos más específicos que describían al pulque. Mediante sesiones grupales, de hora y media cada una, fueron seleccionados los atributos más importantes a evaluar en el pulque. Para realizar la selección de los atributos a evaluar, se buscó dentro de la terminología generada que no hubiera: sinónimos, antónimos, términos que daban características que no existían en el pulque, términos que no hacían referencia al pulque y términos ambiguos. Por ejemplo: Gaseoso, echado a perder, intenso,

helado, picante, pulque, etc. Durante estas sesiones se definieron cada uno de los atributos a evaluar y su forma de evaluación.

Es importante mencionar que se había realizado una lista previa a la definitiva, puesto que en dicha lista se habían seleccionado únicamente 15 atributos en total para los 4 grupos de atributos evaluados, la cual fue modificada dadas sus deficiencias, quedando un total de 31 atributos en total.

Una vez seleccionados y definidos los atributos a evaluar se elaboraron dos cuestionarios electrónicos con el software FIZZ® (Anexo 1) en los cuales se dividieron los grupos de atributos a evaluar, en el 1º se evaluaban atributos de apariencia y olor y en el 2º atributos de textura y sabor, los cuestionarios electrónicos elaborados se utilizaron para la evaluación de diversas muestras.

### 3. Uso de escalas

El cuestionario con el que se realizaron las evaluaciones de las muestras fue un electrónico con una escala estructurada de 9 puntos (figura 12), donde el 1 era la intensidad baja, el 5, una intensidad intermedia, y el 9 intenso (Anexo 1).

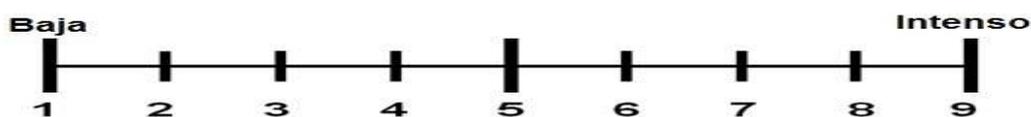


Figura 12. Representación de la escala utilizada para la evaluación de los atributos.

Una vez seleccionada la lista definitiva, se comenzó la evaluación de las muestras; en la evaluación se pedía a cada juez marcar sobre la escala la intensidad con que percibía cada atributo.

En esta tercera fase se evaluaron muestras con el uso de los estándares, utilizándose concentraciones que se situaban al inicio, mitad o final de la escala, lo que permitió a los jueces hacer uso de toda la escala. Las referencias presentadas cumplen el objetivo de facilitar el reconocimiento de los atributos evaluados y ayuda a disminuir los coeficientes de variación de los atributos evaluados.



Figura 13. Juez evaluando pulque mediante metodología ADC.

**Cabe mencionar que para la selección de la escala se elaboró un primer cuestionario elaborado a papel para evaluar las muestras, en el que se utilizó una escala estructurada con 11 puntos, donde el punto 0 era la intensidad más baja, el 5, una intensidad intermedia, y el 10 muy intenso. El cuestionario fue modificado a 9 puntos por solicitud de los jueces, debido a que la escala era muy amplia.**

#### **4. Calibración y comprobación del entrenamiento**

La fase 4 se realizó para calibrar y comprobar que el entrenamiento del panel fue el adecuado, esta se realizó haciendo un seguimiento a detalle de los coeficientes de variación obtenidos a lo largo de las evaluaciones. Un coeficiente por debajo de 38% en cada uno de los atributos evaluados nos indicó una baja varianza en los datos arrojados por el panel, por lo que se consideró que el panel ya está entrenado para evaluar generando datos confiables.

#### **7.2.5 Entrenamiento en la metodología DTS**

Esta metodología parte de los atributos generados en la metodología de ADC. El objetivo de la metodología DTS es cuantificar los atributos y determinar el tiempo de permanencia de los atributos en las muestras de Pulque evaluadas. El cuestionario se realizó con el software FIZZ<sup>®</sup> (Anexo 3). Para esta metodología

únicamente se evaluaron los grupos de olor, sabor y textura. Se evaluaron un total de 23 atributos, los cuales se dividieron de la siguiente manera:

Se evaluaron únicamente los pulques: E1, E2 y T4; debido al tener que ser las mismas muestras en ACD y DTS no fue posible hacer la evaluación porque la composición de las muestras cambiaba muy rápido y no se podían guardar para evaluar en días posteriores incluso si se llegaban a congelar.

Tabla 7. Forma en la que se dividieron los atributos a evaluar en la metodología DTS.

Pág.	Olor			Textura	Sabor	
	1	2	3	4	5	6
Atributos	Ácido	Madera	Nota cocción brócoli	Viscosidad	Nota ácido	Nota aguamiel
	Nota alcohólica	Amargo	Aceitoso	Burbujeante	Nota alcohólica	Resabio amargo
	Nota Fermentado	Nota láctea	Atún	Uniformidad	Nota amargo	Nota frescura
	Agave	Nota acética		Grumosidad	Nota astringente	

La metodología que seguían los jueces para evaluar es la siguiente:

1. Enjuagaban su boca por 20 segundos, seguido de esto esperaban 10 segundos para eliminar sabores persistentes que llegasen a traer.
2. Bebían Pulque, esperaban hasta detectar el primer atributo, lo seleccionaban en la pantalla y daban un valor según la intensidad del atributo que detectaban; a partir de este momento comenzaba una cuenta regresiva, se daban 2 minutos para evaluar los atributos presentados.
3. Entre cada subgrupo había un tiempo de espera 30 segundos, en los cuales los jueces debían enjuagar su boca para continuar con la evaluación.

### 7.3 PRUEBAS A CONSUMIDORES DE PULQUE

Se realizó una entrevista a los participantes, los cuales eran consumidores habituales y no habituales. A los entrevistados se les aplicó un cuestionario de nivel socio económico (NSE). A los participantes se les dieron un total de 9

muestras: 6 muestras de pulque blanco y 3 muestras de curados (avena, guayaba y piña). Se realizaron 3 sesiones de evaluación, evaluando en cada sesión 3 muestras, 2 blancos y 1 curado, las muestras se conservaban en refrigeración, 4°C hasta el momento de la evaluación. Las muestras fueron presentadas en vasos del #0 codificadas y se presentaban a los consumidores aleatoriamente, la aleatorización la proporciona el software FIZZ® una vez que se realiza el cuestionario. El volumen servido en los vasos fue de 30 mL con la posibilidad de que el consumidor pidiese más (Figura 14).



Figura 14. Evaluación de Pulque por consumidores.

El estudio se realizó en tres sesiones con 85 consumidores en cada una de las sesiones. La evaluación fue utilizando una escala de nivel de agrado a 9 puntos (figura 15). Donde se le pedía al consumidor que indicará su nivel de agrado en cada muestra, además de indicar que fue lo que le agrado y/o desagrado de la muestra evaluada, al finalizar la evaluación se le preguntaba al consumidor *¿Por qué cree que la gente no consume pulque?*

- 9: Me gusta muchísimo
- 8: Me gusta mucho
- 7: Me gusta poco
- 6: Me gusta
- 5: Ni me gusta ni me disgusta
- 4: Me disgusta
- 3: Me disgusta poco
- 2: Me disgusta mucho
- 1: Me disgusta muchísimo

Figura 15. Escala hedónica estructurada de 9 puntos, utilizada en las evaluaciones con consumidores.

#### **7.4 ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR**

El color del Pulque fue evaluado de manera instrumental con el espectrofotómetro Minolta CM-3600d. El colorímetro empleado puede determinar el color tanto de sólidos como de líquidos, variando en ambos casos la forma de calibración. Para el caso de los sólidos, se calibra en reflectancia, y las mediciones se hacen en la parte externa del colorímetro, como se muestra en la figura 16. Mientras que para el caso de los líquidos, como es el caso del pulque, se calibra en transmitancia, las mediciones se realizan utilizando una celda de plástico que se introduce en una cavidad interior del colorímetro diseñada para está.



Figura 16. Colorímetro, donde se muestra la parte donde se realiza la medición de las muestras sólidas.

El colorímetro está conectado a una computadora, esta cuenta con el software On Color, al correr la lectura de las muestras los resultados se obtienen de forma gráfico y numérica. Las condiciones utilizadas se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Condiciones del Colorímetro Minolta 3600D para determinar color en Pulque.

Parámetro	Condición y/o valor
<b>Forma de Calibración</b>	Transmitancia
<b># de disparos o flashes</b>	1
<b>Estándar</b>	Nulo/Muestra seleccionada
<b>Energía UV</b>	Incluída
<b>Componente especular (SC)</b>	Incluído
<b>Lente o área de visión</b>	Grande
<b>Iluminante</b>	D65 (Luz de día, natural 6,504 K)
<b>Detector</b>	12°
<b>Sistema de reporte de color</b>	CIE L* a* b* y Hunter Lab
<b>Número de mediciones por muestra</b>	10

#### 7.4.1 Preparación de la muestra

Se determinó el color de 7 muestras de Pulque. La evaluación instrumental de color se realizó de manera directa, es decir no se realizó ninguna dilución. En cada determinación (repetición) se utilizaron 10 mL de Pulque.

El procedimiento en la evaluación instrumental de color fue:

- 1 Limpiar y secar perfectamente la celda de cuarzo a utilizar para determinar color en el colorímetro Minolta 3600D
- 2 Verter el Pulque en la celda hasta la línea marcada por la celda.
- 3 Tomar por los costados “opacos” la celda e introducirla en el área para evaluar líquidos.
- 4 Cerrar la abertura con que cuenta esta área y determinar el color, mediante el software On Color.
- 5 Abrir la abertura y retirar la celda con la muestra de Pulque.
- 6 Vaciar el contenido de la celda en un vaso de precipitado debidamente rotulado y enjuagar la celda con agua destilada.
- 7 Repetir el paso 1, 10 veces, dando un total de 10 repeticiones por muestra.

#### 7.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el software FIZZ calculations, 2.3 (Biosystemes 2007, Couternon, Francia), para el análisis de los datos obtenidos de todos los parámetros estudiados (sensoriales e instrumentales), se empleó el método de Análisis de Varianza a una vía (ANOVA) con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los atributos evaluados, al 99% de significancia para el análisis

de las mediciones instrumentales; y al 95% para los datos obtenidos del análisis sensorial. En los casos en que sí existieron diferencias significativas se realizó la prueba LSD (“Least Significant Difference”) para determinar entre que muestras existía esta diferencia. Además de realizar correlaciones entre las evaluaciones sensoriales e instrumentales se realizó el ACP para las evaluaciones sensoriales, los cuales nos indicaban cuales eran los principales atributos de las diferentes muestras de pulque.

Por último, se empleó el modelo de correlación lineal para determinar la correlación existente entre las técnicas instrumentales y los atributos sensoriales; calibrando así el método de evaluación sensorial establecido. Todos estos cálculos se realizaron empleando el software Stat Graphics for Windows 5.1, Professional Edition.

## **8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **8.1 EVALUACIÓN SENSORIAL**

#### **8.1.1 Preselección de candidatos a jueces**

El número de personas interesadas en realizar las pruebas de preselección fue de 39, siendo 69% mujeres (27) y 31% hombres (12). La preselección de los candidatos a jueces se basó en los datos obtenidos de 2 tipos de pruebas:

- Encuesta de salud y hábitos alimenticios. El cuestionario confirmó que ninguno de los candidatos estaba imposibilitado fisiológicamente para participar en el entrenamiento.
- Pruebas sensoriales. Los resultados provenientes de estas pruebas permitieron determinar la capacidad de los candidatos para detectar los gustos básicos evaluados los resultados se muestran en la tabla 9, identificar y reconocer olores comunes, discriminar entre olores diferentes, detección de un olor común en diferentes concentraciones, una prueba de memoria los resultados se muestran en la tabla 10 y capacidad de discriminar entre dos muestras de alimentos sensorialmente diferentes los resultados se muestran en la tabla 11.

### 8.1.2 Selección de candidatos a jueces

#### PRUEBAS DE UMBRAL

Para el caso de las pruebas de umbral se encontró que los umbrales de percepción del grupo (tabla 9) para cada gusto básico son más altos que los reportados para otros grupos (Utrera, 2007 y Carmona, 2008).

En los gráficos 1 - 4 se muestran los resultados obtenidos para las pruebas de umbral de gusto amargo, ácido, salado y dulce. Una vez obtenidos los porcentajes de aciertos se determinó el umbral de identificación del grupo de los candidatos a jueces mediante una regresión lineal e interpolando al 50% de aciertos.

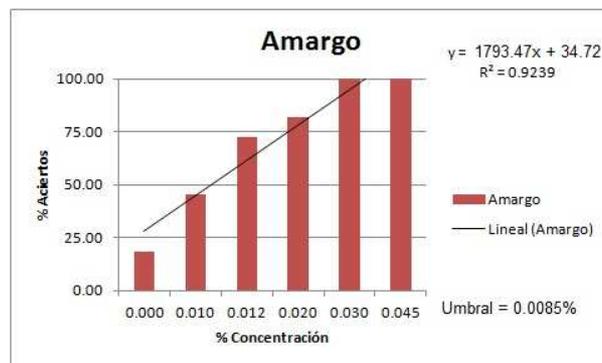


Gráfico 1. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto amargo.

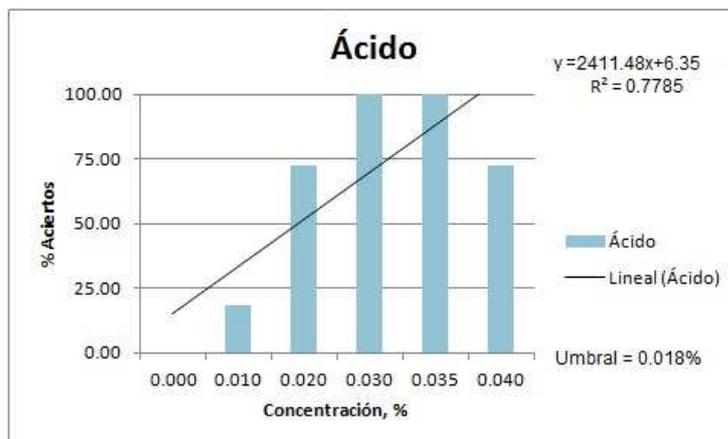


Gráfico 2. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto ácido.

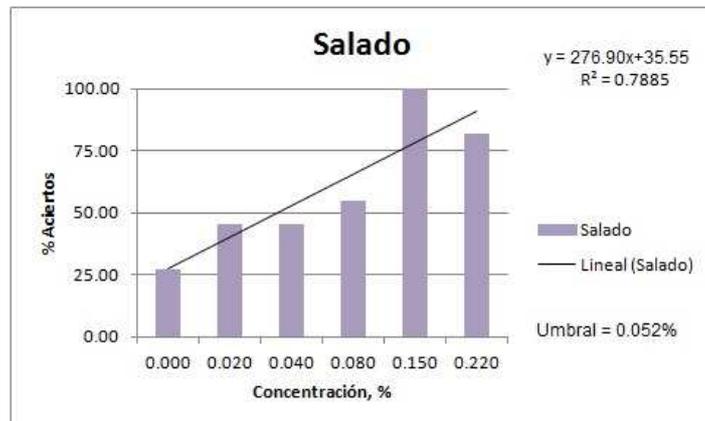


Gráfico 3. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto salado.

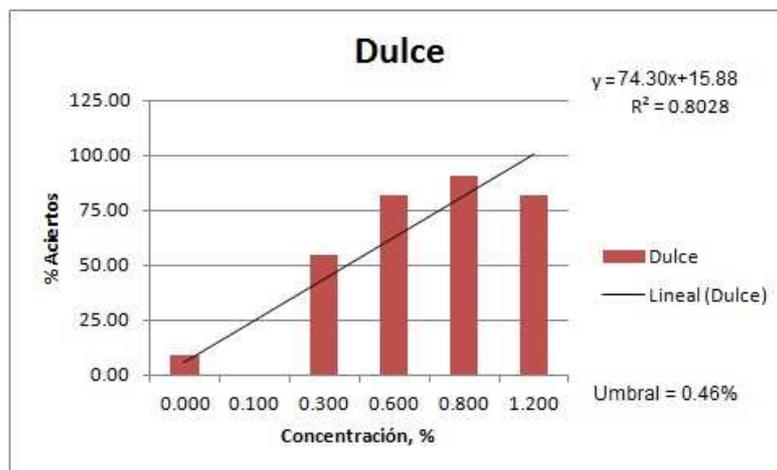


Gráfico 4. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto dulce.

Tabla 9. Umbrales de gustos básicos para diferentes grupos de población mexicana. Panel 1\* Panel de Jueces para evaluar Queso Cotija (Utrera, 2007) Panel 2\*\* Panel de Jueces para evaluar Tequila (Carmona, 2008).

Gusto básico	Umbral (g/100 mL)		
	Panel Pulque	Panel 1*	Panel 2**
Dulce	0.4592	0.2542	0.05
Ácido	0.0181	0.0137	0.013
Amargo	0.0088	0.0080	0.003
Salado	0.0522	0.0451	0.04

Aunque como podemos observar no existe gran variación con la tendencia que siguen los umbrales de la población mexicana (tabla 9). Es decir para el gusto dulce el umbral es el mayor en los reportados, mientras que el más bajo es el gusto amargo.

Reconocimiento de olores, pruebas discriminativas, umbral de café y memoria olfativa

Los resultados para las pruebas de reconocimiento de olores, discriminativas, umbral de café y memoria olfativa se presentan en la tabla 10.

Se realizó con los candidatos a jueces pruebas triangulares de los diversos productos a evaluar, los resultados se muestran en la tabla 11, y se observa que en promedio obtuvieron un 94.44% de aciertos para las bebidas fermentadas, 86.11% de aciertos para el pulque y 75% de aciertos para las gomitas.

Tabla 10. Resultados pruebas olfatorias.

	Prueba	Identificación y reconocimiento				Discriminativas		Memoria
						Nivel 1	Nivel 2	
% Aciertos	Fosa Derecha	72.73	54.55	72.73	81.82	63.64	90.91	18.18
	Fosa Izquierda	100	90.91	90.91	81.82	9.09	36.36	36.36
	Birinal	81.82	90.91	90.91	90.91	36.36	72.73	45.45

Tabla 11. Resultados pruebas triangulares aplicadas.

	Líquidas								Sólidas				
	Bebidas Fermentadas				Pulque				Geles				
J1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
J2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
J3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
J4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
J6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J7	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
J8	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
J9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
% Aciertos	100.0	88.9	88.9	100.0	66.7	77.8	100.0	100.0	44.4	77.8	100.0	77.8	77.8

### 8.1.3 ENTRENAMIENTO EN EL USO DE LA METODOLOGÍA ADC

#### Fase 1. Desarrollo de un lenguaje común

**Fase 1. Desarrollo de Lenguaje común. Generación de descriptores y evaluación de terminología.** Los pulques evaluados en esta etapa se muestran en la tabla 12. Los atributos generados por los jueces seleccionados en las 7 muestras evaluadas, de menor a mayor frecuencia fueron los siguientes:

- ✓ **Apariencia.** Se generaron 32 atributos; los cuales fueron: Almíbar, baboso, brillante, colorido, crema, grumosa, refleja la luz, sin grumos, espeso, gaseoso, partículas suspendidas, beige, densa, sin partículas suspendidas, suspensión, traslucido, con precipitado, fluido, lechoso, cristalino, espumosa, blanquecina, café, burbujeante, heterogéneo, amarillo, blanco, líquido, viscosa, turbia, opaca.
- ✓ **Olor.** Se generaron 32 atributos; los cuales fueron: agrio, amargo, canela, durazno, elotitos en conserva, fresco, echado a perder, helado, intenso, leche, manzana, manzanas cocidas, maracuyá, picante, queso madurado, salado, sidra, uva fermentada, yogur natural, aguamiel, café, nota acética, vino, mango, pulque, fruta descompuesta, guayaba, ácido, frutal, dulce, alcohol y fermentado.
- ✓ **Textura.** Se generaron 26 atributos; los cuales fueron: arenosa, áspera, denso pero fluido, efervescente, fría, gas pequeñas partículas, pulposo, pungencia, quema la boca, babosa, granulosa, grumosa, se evapora rápido, sensación de agujas por CO<sub>2</sub>, sin partículas, no viscosa, astringente, ligera, burbujeante, homogénea, espesa, suave, fluido, líquida, viscosa.
- ✓ **Sabor.** Se generaron 35 atributos; los cuales fueron: Agridulce, agrio, café, fresco, fruta empezando a descomponerse, huevo, jugo de mango, manzana descompuesta, maracuyá, maracuyá-durazno, naranja, naranja descompuesta, pulque, queso, salado, tepache, uva, astringente, embriagante, fruta fermentada, madera picante, resabio agrio, sidra añejado, vino, dulce, “jala la lengua”, guayaba, resabio amargo, frutal, dulce, fermentado, amargo, alcohol, ácido.

## **Fase 2. Selección de descriptores**

Una vez obtenidos los resultados de la generación de descriptores, se realizaron sesiones grupales con los jueces para determinar mediante un consenso grupal cuáles eran los atributos que describían mejor al pulque. De un total 125 descriptores generados algunos eran sinónimos, otros ambiguos y otros más no definían claramente algún atributo, por ejemplo sin partículas suspendidas, sin grumos, entre otros.; o aquellos atributos, sobre todo olor y sabor, que eran muy generales por ejemplo los olores y sabores frutales, manzana, maracuyá, mango,

durazno, entre otros.; o aquellos atributos que se referían a la misma sensación, por ejemplo sensación agujas por CO<sub>2</sub> que fue equivalente a burbujeante, denso que en la sesión grupal se observó que se refería a la viscosidad, “jala la lengua” que fue equivalente a astringencia, fruta empezando a descomponerse y fruta descompuesta que fue equivalente a fermentado. El total de atributos seleccionados en la 1ª etapa fue de 15 atributos mostrados en la tabla 12, sin embargo en sesiones posteriores donde se evaluaron nuevas muestras de pulque, se observó que el pulque tenía más atributos y se realizó una 2ª etapa de generación de descriptores en la cual quedaron un total de 31 atributos tabla 13.

Tabla 12. Atributos seleccionados en 1a etapa de generación de descriptores.

Apariencia	Olor	Textura	Sabor
Burbujeante	Ácido	Viscosidad	Ácido
Color	Nota alcohólica	Burbujeante	Nota alcohólica
Viscosidad	Nota Fermentado		Amargo
Turbidez			Astringente
			Nota Fermentado
			Resabio Amargo

Tabla 13. Atributos seleccionados en 2a etapa de generación de descriptores. \*Atributos que se adicionaron al perfil.

Apariencia	Olor	Textura	Sabor
Burbujeante	Ácido	Viscosidad	Ácido
Color	Nota alcohólica	Burbujeante	Nota alcohólica
Viscosidad	Nota Fermentado	*Uniformidad	Amargo
Turbidez	*Agave	*Grumosidad	Astringente
*Grumoso	*Madera		Nota Fermentado
*Precitado	*Amargo		Resabio Amargo
*Brillante	*Nota láctea		*Aguamiel
*Hebra	*Nota acética		*Nota Fresco
	*Nota cocción brócoli		
	*Aceitoso		
	*Atún		

### Fase 3. Uso de escalas. Evaluación de diferentes muestras

Una vez seleccionados los atributos que definían el perfil sensorial del pulque, se definieron los atributos y la escala a utilizar en las evaluaciones (tablas 14 - 17).

Tabla 14. Definición de atributos y escalas a utilizar para textura.

	Atributo	Definición	Escala
Textura	Viscosidad	Resistencia a fluir en la boca	Poco a mucho
	Burbujeante	Golpeteo (piquetes) en la lengua	Poco a mucho
	Uniformidad	Sin presencia de sólidos en la muestra. Sentir una "única" sensación al tenerlo en boca	Poco a mucho
	Grumosidad	Cantidad de sólidos en la muestra	Poco a mucho

Tabla 15. Definición de atributos y escalas a utilizar para apariencia.

	Atributo	Definición	Escala
Apariencia	Burbujeante	Cantidad de burbujas en toda la muestra	Poco a mucho
	Color	Intensidad de color	Blanco a amarillo
	Viscosidad	Resistencia a fluir	Poco a mucho
	Turbidez	Facilidad para permitir el paso de la luz	Poco a mucho
	Grumoso	Cantidad de sólidos suspendidos en la superficie de la muestra	Poco a mucho
	Precipitado	Sólidos sedimentados	Poco a mucho
	Brillante	Reflejo de la luz sobre la muestra	Opaco a brillante
	Hebra	Formación de hebra	Poco a mucho

Tabla 16. Definición de atributos y escalas a utilizar para olor.

	Atributo	Definición	Escala
Olor	Ácido	Olor ácido	Poco a mucho
	Nota alcohólica	Percepción del alcohol	Poco a mucho
	Nota Fermentado	Nota a fruta fermentada, en particular jugo de piña o uva	Poco a mucho
	Agave	Nota agave	Poco a mucho
	Madera	Nota a madera	Poco a mucho
	Amargo	Olor amargo	Poco a mucho
	Nota láctea	Nota a leche fermentada	Poco a mucho
	Nota acética	Nota a vinagre	Poco a mucho
	Nota cocción brócoli	Vapor generado en cocción de brócoli	Poco a mucho
	Aceitoso	Nota a aceite sin cocción	Poco a mucho
	Atún	Olor a jugo de atún	Poco a mucho

En sesión grupal se decidió la forma de evaluación de los atributos (tabla 18). Una vez determinada la forma de evaluación de cada uno de los atributos, a los jueces

se les presentaba de forma ordenada cada uno de los grupos de atributos, como se muestra en la figura 17, además de indicárseles que la evaluación se realizaba de izquierda a derecha y de atrás hacia adelante. Se evaluó apariencia y textura en una sesión y olor y sabor en otra sesión, esto con la finalidad de no saturar a los jueces.

Tabla 17. Definición de atributos y escalas a utilizar para sabor.

	Atributo	Definición	Escala
Sabor	Ácido	Sensación picante, que produce segregación de saliva	Poco a mucho
	Nota alcohólica	Sensación quemante en garganta y boca. Al tragar queda la sensación de alcohol	Poco a mucho
	Amargo	Sensación de sequedad en la parte trasera de la lengua y a los lados	Poco a mucho
	Astringente	Sequedad en toda la lengua. Sensación como apretón en la lengua	Poco a mucho
	Nota Fermentado	Fermentación neutra, dulce y ácida	Poco a mucho
	Aguamiel	Sabor a hierba y dulce	Poco a mucho
	Resabio Amargo	Sensación de sequedad en la garganta	Poco a mucho
	Nota Frescura	Sensación de frescura en boca, atribuida al alcohol	Poco a mucho

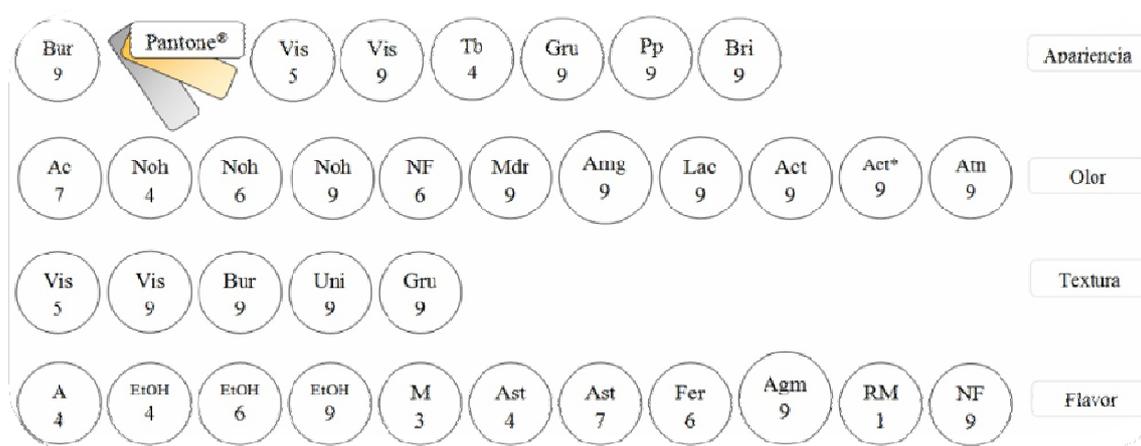


Figura 17. Acomodo de estándares para evaluación.

Para el uso de las escalas se realizaron tres evaluaciones, empleando una escala de 9 puntos, donde 1 era la intensidad más baja y 9 la máxima intensidad. Los resultados de la 1ª evaluación sin estándares se muestran en la tabla 19 (columna 3,  $CV_{in}$ ) en ella se observa que los coeficientes de variación ( $CV^{s}$ ) de color, viscosidad (apariencia y textura), burbujeante (textura), amargo, astringente y nota fermentado fueron mayores a 38% lo cual indica falta de entrenamiento. Debido a que algunos atributos tenían arriba de 38%, se decidió emplear estándares para ejemplificarlos en diferentes intensidades. En la evaluación con estándares ( $CV_1$ ) se observó que los atributos con  $CV^s$  mayores al 38% fueron: viscosidad, burbujeante y turbidez el orden de incidencia de estos descriptores fue de mayor a menor; burbujeante y viscosidad; astringente, resabio amargo y nota alcohólica.

Tabla 18. Forma de evaluación.

Atributo		Forma de evaluar
<b>Apariencia</b>	Burbujeante	Comparación de la muestra con el estándar a la altura de la vista
	Color	Usando escala Pantone ®
	Viscosidad	Moviendo el vaso con una inclinación de 30°
	Turbidez	Agitando el estándar con valor de 4 y comparando su turbidez con la muestra
	Grumoso	Separando 10 cm de la mesa, estándar y muestra, y observar la cantidad de sólidos en la muestra con respecto al estándar
	Precipitado	Separando estándar y muestra a la altura de los ojos y observar la cantidad de sólidos en la muestra con respecto al estándar
	Brillante	Colocando la muestra a un lado del estándar y comparando ambas
	Hebra	Introduciendo el dedo (o cuchara) en la muestra y sacándolo observando que tanto permanecía la hebra
<b>Olor</b>	Ácido, nota alcohólica, nota fermentado, madera, amargo, nota láctea, nota acética, aceitoso, atún	Oliendo el estándar, agitando. Y comparando la muestra con el estándar
<b>Textura</b>	Viscosidad, burbujeante, uniformidad y grumosisidad	Comparando, primero probando el estándar y posteriormente la muestra
<b>Sabor</b>	Ácido	Comparando, primero probando el estándar y posteriormente la muestra. Segregación de saliva
	Nota alcohólica, amargo, astringente, nota fermentado, aguamiel, resabio amargo y nota frescura	Comparando, primero probando el estándar y posteriormente la muestra

#### Fase 4. Calibración y comprobación del entrenamiento

Los resultados obtenidos muestran que el entrenamiento realizado fue el adecuado ya que la disminución de los coeficientes por debajo del 38% (figura 18) nos indica que todos los jueces utilizaron de la misma forma la escala y que la intensidad de los atributos fueron percibidos de forma similar entre los jueces.

Tabla 19. Diferencias de los coeficientes de variación durante el entrenamiento. CV<sub>in</sub>: muestras evaluadas sin uso de estándares, CV<sub>1</sub> – CV<sub>6</sub>: muestras evaluadas con uso de estándares

	Descriptor	CV <sub>in</sub>	CV <sub>1</sub>	CV <sub>2</sub>	CV <sub>3</sub>	CV <sub>4</sub>	CV <sub>5</sub>	CV <sub>6</sub>
Apariencia	Burbujeante	26.42	53.3	62.50	23.96	25.26	25.16	23.14
	Color	44.83	36.8	47.83	4.78	17.00	30.00	15.56
	Viscosidad	41.94	50.0	80.00	37.88	18.43	19.75	27.48
	Turbidez	15.38	69.4	26.87	19.76	16.80	21.50	14.20
Olor	Ácido	12.00	30.7	31.48	42.18	41.13	34.72	14.85
	Nota alcohólica	25.35	36.3	35.42	37.09	33.59	32.80	36.02
	Nota Fermentado	7.87	25.0	20.63	13.14	27.65	12.46	22.16
Textura	Viscosidad	46.51	44.1	51.35	31.42	22.50	17.80	24.10
	Burbujeante	57.14	70.8	84.62	29.61	46.47	48.27	29.81
Sabor	Ácido	27.08	20.6	17.11	39.02	23.20	26.64	26.79
	Nota alcohólica	31.28	44.7	26.19	19.96	13.90	30.87	23.79
	Amargo	43.33	37.1	38.30	46.94	21.80	36.50	31.30
	Astringente	44.90	48.7	38.64	26.47	34.91	22.43	32.68
	Nota Fermentado	38.27	20.2	23.29	36.43	17.71	28.91	39.96
	Resabio Amargo	23.94	66.6	32.43	21.42	16.83	18.65	21.48

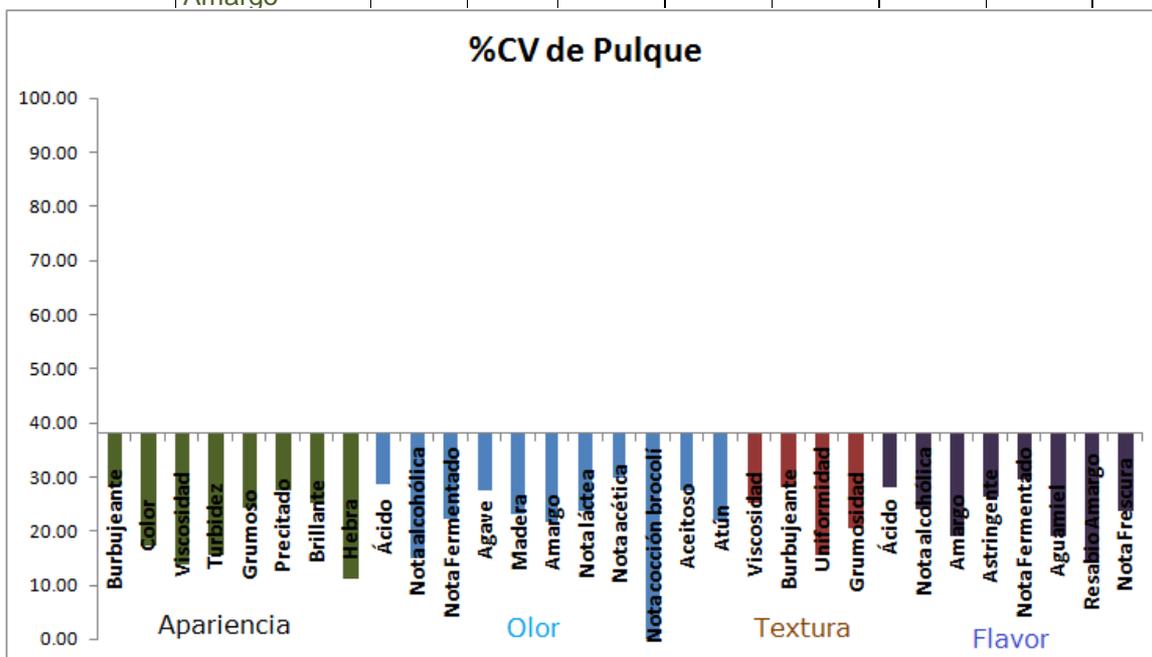


Figura 18. Coeficientes de variación para los atributos evaluados en pulque.

 **Atributos de apariencia**

En los atributos de apariencia existió diferencia significativa,  $p > 0.05$ , (gráfico 5); los atributos son: burbujeante (BA), color (C), viscosidad (VA), turbidez (CL), grumoso (LA), precipitado (PF), brillante (BR) y formación de hebra (SF).

Tabla 20. Promedio presentado en los atributos de apariencia del Pulque.

Apariencia								
Pulque	BA	C	VA	CL	LA	PF	BR	SF
C1	3.02 <sup>c</sup>	1.11 <sup>c</sup>	3.73 <sup>a</sup>	7.39 <sup>a</sup>	2.42 <sup>b</sup>	6.62 <sup>a</sup>	2.42 <sup>bc</sup>	4.69 <sup>cd</sup>
C2	5.72 <sup>a</sup>	1.06 <sup>c</sup>	3.81 <sup>a</sup>	6.72 <sup>ab</sup>	5.51 <sup>a</sup>	5.02 <sup>b</sup>	5.56 <sup>a</sup>	5.4 <sup>bc</sup>
E1	2.83 <sup>c</sup>	2.08 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>c</sup>	4.31 <sup>de</sup>	1.31 <sup>c</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	3.54 <sup>b</sup>	4.49 <sup>cd</sup>
E2	2.35 <sup>c</sup>	2.18 <sup>a</sup>	2.49 <sup>c</sup>	4.24 <sup>de</sup>	1.24 <sup>c</sup>	5.29 <sup>b</sup>	3.02 <sup>bc</sup>	4.3 <sup>cd</sup>
T1	2.4 <sup>c</sup>	1.67 <sup>b</sup>	2.67 <sup>bc</sup>	2.41 <sup>f</sup>	1.29 <sup>c</sup>	1.26 <sup>d</sup>	5.84 <sup>a</sup>	6.38 <sup>b</sup>
T2	4.4 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	2.42 <sup>c</sup>	4.76 <sup>cd</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.17 <sup>d</sup>	5.45 <sup>a</sup>	5.45 <sup>bc</sup>
T3	3.21 <sup>c</sup>	2.44 <sup>a</sup>	3.32 <sup>ab</sup>	4.46 <sup>de</sup>	2.7 <sup>b</sup>	3.05 <sup>c</sup>	5.08 <sup>a</sup>	3.55 <sup>de</sup>
T4	2.53 <sup>c</sup>	1.08 <sup>c</sup>	2.36 <sup>c</sup>	3.27 <sup>ef</sup>	1.23 <sup>c</sup>	2.69 <sup>c</sup>	2.85 <sup>bc</sup>	2.53 <sup>e</sup>
T5	1.06 <sup>d</sup>	1.01 <sup>c</sup>	2.1 <sup>c</sup>	6.02 <sup>bc</sup>	1.1 <sup>c</sup>	3.15 <sup>c</sup>	2.17 <sup>c</sup>	7.65 <sup>a</sup>

Diferente letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa (al 5%) entre las muestras, en el atributo correspondiente a cada columna.

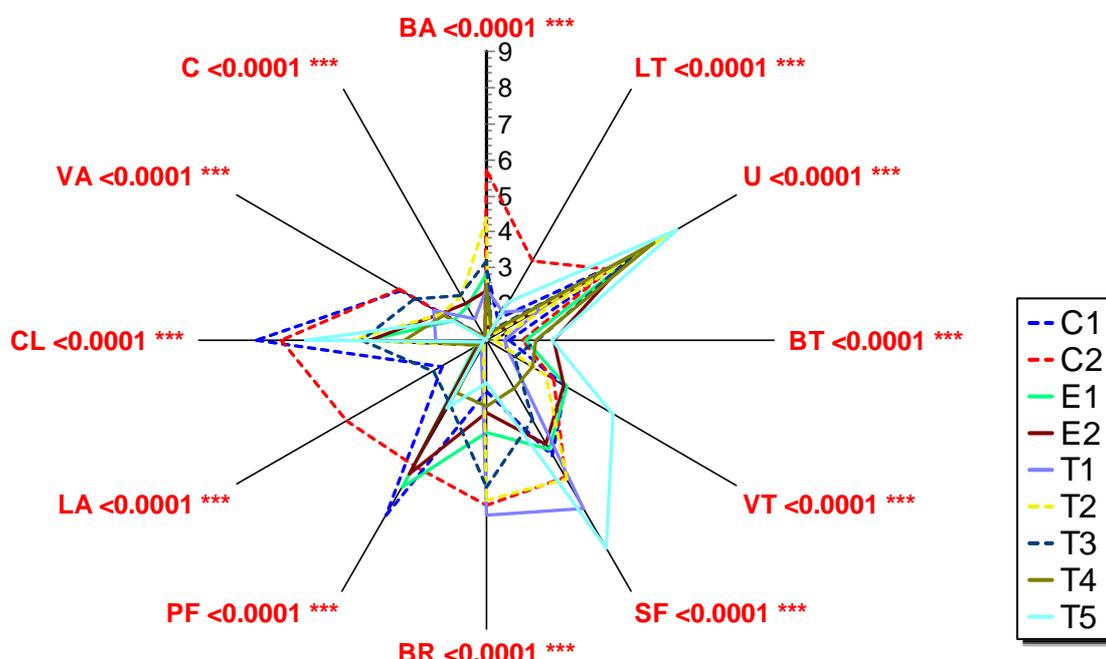


Gráfico 5. Atributos de Apariencia y Textura en Pulque.

\*\*\* Indica diferencia significativa al 5%.

### **Burbujeante**

Para el atributo burbujeante, presencia de burbujas pequeñas y finas, se encontró diferencia significativa (tabla 20) entre la muestra C2 que fue la más burbujeante, seguida de la muestra T2 siendo la muestra T5 la que menos presencia de burbujas mostró.

### **Color**

Las muestras en general presentaron diferencia significativa y una baja intensidad de color, cercano al blanco siendo significativamente más claras las muestras C1, C2, T4 y T5 con valores cercanos al mínimo (1), el resto de las muestras no alcanzaron valores mayores a 2.5.

### **Viscosidad**

En general se encontró diferencia significativa entre las muestras, presentando todas una baja viscosidad, siendo las muestras C1 y C2 significativamente las más viscosas. Los valores de las muestras están entre 2.1 y 3.8.

### **Turbidez**

Para turbidez se observó que existe diferencia significativa entre los pulques evaluados (tabla 20) estando presente el atributo en intensidad media-alta con un rango de 2.4 – 7.4, siendo la muestra C1 la que mayor turbidez presentó y la T1 el pulque menos turbio.

### **Grumoso**

Para el atributo grumoso se encontró diferencia significativa entre las muestras de pulque evaluadas (tabla 20) siendo C2 la muestra más grumosa y T5 la menos grumosa. Se observó que en las evaluaciones este atributo se percibe como bajo en el pulque con un rango de 1.1 – 5.51, pero la mayoría de las evaluaciones está entre 1.1 y 2.7.

### **Precipitado**

Para precipitado se observó que existe diferencia significativa entre las muestras de pulque evaluadas (tabla 20) siendo T1 y T2 las muestras con menor precipitado y la muestra C1 la que mayor presencia de precipitado tuvo. Aunque este atributo fue muy variable ya que se obtuvieron valores diferentes entre las muestras de 1.17 a 6.62.

### **Brillante**

En el atributo brillante se observó diferencia significativa entre las muestras de pulque evaluadas (tabla 20) donde T1, T2 y T3 fueron los pulques más brillantes y T5 el pulque menos brillante. Aunque este atributo fue muy variable dados los valores obtenidos en las evaluaciones realizadas en las diferentes muestras, los valores van de 2.2 a 5.9.

### **Formación de hebra**

Para el atributo de formación de hebra se observó que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas (tabla 20) se observó que las muestras T3 y T4 presentaron los valores más bajos a diferencia de la muestra T5 que tuvo el valor más alto, la formación de hebra es un “parámetro de calidad” conocido por las personas consumidoras-productoras de pulque, siendo este “parámetro calidad” una característica para determinar si el pulque ha sido de cierto modo adulterado, ya que un buen pulque no forma hebra, como lo fue el pulque T4 que obtuvo el menor valor de formación de hebra. La adulteración se realiza con nopalillo molido o cardón, debido a que uno de los mitos del pulque es que debe formar hebra o ser “baboso” pero sólo es un mito, debido a que cuando se iniciaba el comercio del pulque la fermentación se llevaba a cabo en bolsas de cuero las cuales de transferían al pulque la consistencia “babosa” que se cree debe tener el pulque, por eso algunos productores tienden a adicionarle el nopalillo molido o cardón.

### **Atributos de textura**

En el gráfico 5 se muestran los atributos de textura evaluados en el pulque, en ella se observa que los 4 atributos evaluados presentan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ); estos atributos son: viscosidad (VT), burbujeante (BT), uniformidad (U) y grumosidad (LT).

Tabla 21. Promedio presentado en los atributos de textura del Pulque.

Textura				
Pulque	VT	BT	U	LT
C1	3.56 <sup>b</sup>	1.64 <sup>cd</sup>	5.28 <sup>b</sup>	1.68 <sup>cd</sup>
C2	3.17 <sup>bc</sup>	2.01 <sup>bc</sup>	4.96 <sup>b</sup>	3.54 <sup>a</sup>
E1	3.59 <sup>b</sup>	2.09 <sup>bc</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	1.28 <sup>de</sup>
E2	3.47 <sup>b</sup>	2.86 <sup>a</sup>	5.61 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>e</sup>
T1	1.72 <sup>d</sup>	1.49 <sup>cd</sup>	2.73 <sup>c</sup>	1.89 <sup>bc</sup>
T2	2.89 <sup>bc</sup>	1.21 <sup>d</sup>	6.96 <sup>a</sup>	1.09 <sup>e</sup>
T3	1.9 <sup>d</sup>	2.43 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>ab</sup>	1.31 <sup>de</sup>
T4	2.5 <sup>cd</sup>	2.36 <sup>ab</sup>	6.4 <sup>ab</sup>	1.24 <sup>de</sup>
T5	5.08 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>	2.21 <sup>b</sup>

Diferente letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa (al 5%) entre las muestras, en el atributo correspondiente a cada columna.

### **Viscosidad**

Para el atributo viscosidad (tabla 21) el pulque T5 fue el más viscoso en boca, además de no tener similitud estadística con ninguno de los otros 8 pulques evaluados. Por otro lado, el pulque T1 fue el menos viscoso que se evaluó en esta etapa. Este atributo se asume debe estar presente en las muestras de pulque, debido a que en el proceso de fermentación existe una que produce un líquido viscoso fermentación en la que *Leuconostoc mesenteroides* produce dextranas, dando a la bebida su textura "gomosa" (Chellapandian *et al.* 1998).

### **Burbujeante**

En el atributo burbujeante se encontró diferencia significativa entre los pulques evaluados, siendo las muestras E2, T3, T4 y T5 las que presentaron mayor sensación burbujeante siendo E2 la muestra más burbujeante de este grupo, encontrándose similitud entre las 4 muestras, la muestra T2 fue la muestra menos burbujeante, lo cual podría indicar que en esta muestra al momento de la evaluación la fermentación estaba llegando a su fin.

### **Uniformidad**

Para uniformidad se observó diferencia significativa entre las muestras. La muestra T1 fue la menos uniforme además de que no fue similar a ninguna de las otras 8 muestras evaluadas por el contrario, T5 fue la muestra más uniforme

dentro de las 9 muestras evaluadas. En general todos los pulques presentaron uniformidad ya que tuvieron valores mayores a 6 en 7 de los 9 pulques evaluados.

### **Grumosidad**

Para grumosidad se observó diferencia significativa entre prácticamente todas las muestras, de ellas la muestra T2 fue la menos grumosa y C2 fue la más grumosa, aunque los valores obtenidos para grumosidad indican que este parámetro fue de baja intensidad en los pulques evaluados, con valores entre 1.09 y 3.54.

La representación gráfica de los atributos de textura se muestran en el gráfico 5.

### **Atributos de olor**

En el gráfico 6 se muestran los atributos de olor evaluados en el pulque, en ella se observa que los 4 atributos evaluados presentan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los nueve pulques evaluados; estos atributos son: Nota ácida (ACO), nota alcohólica (AO), nota fermentado (FO), nota agave (AGV), nota madera (WD), nota amargo (BO), nota láctea (D), nota acética (AC), nota cocción brócoli (CB), nota aceitoso (O) y nota atún (TN).

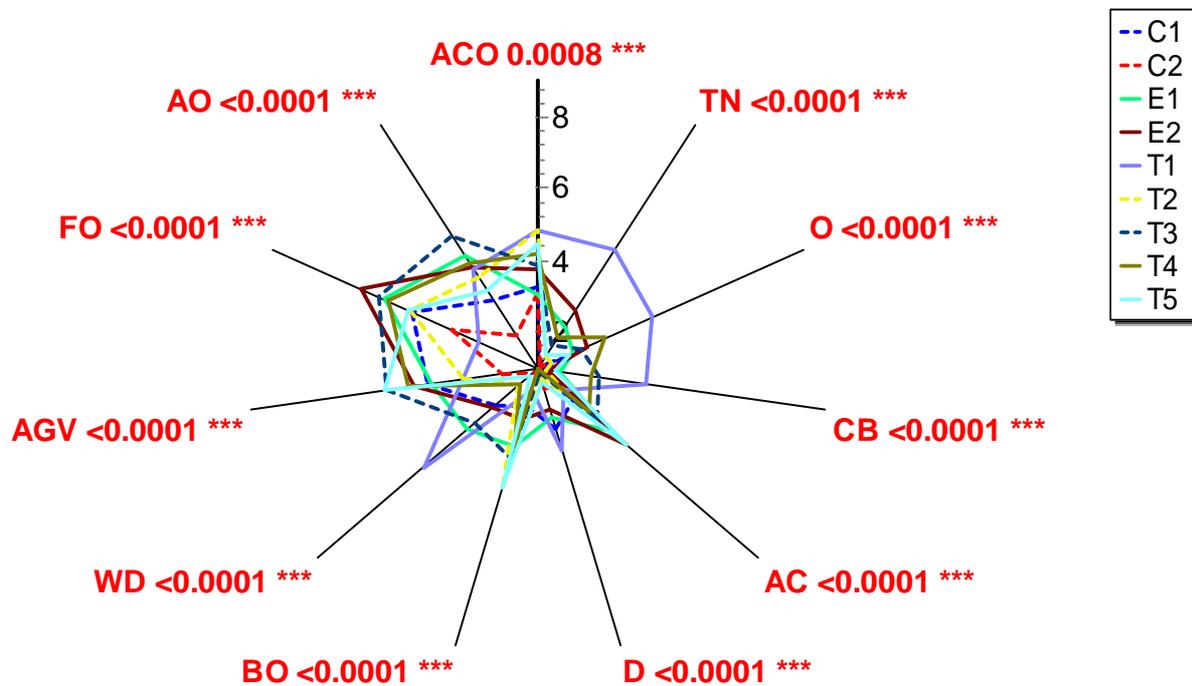


Tabla 22. . Promedio presentado en los atributos de olor.

Pulque	Olor										
	ACO	AO	FO	AGV	WD	BO	D	AC	CB	O	TN
C1	3.2 <sup>cd</sup>	3.2 <sup>d</sup>	4.8 <sup>b</sup>	4.0 <sup>bcd</sup>	2.5 <sup>c</sup>	2.0 <sup>de</sup>	2.7 <sup>b</sup>	2.2 <sup>cd</sup>	1.1 <sup>c</sup>	2.3 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>f</sup>
C2	3.1 <sup>d</sup>	2.0 <sup>e</sup>	3.6 <sup>c</sup>	2 <sup>e</sup>	1.1 <sup>d</sup>	1.1 <sup>f</sup>	1.5 <sup>d</sup>	1.8 <sup>d</sup>	1.0 <sup>c</sup>	1.2 <sup>e</sup>	1.1 <sup>f</sup>
E1	3.0 <sup>d</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	5.6 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>cd</sup>	3.5 <sup>b</sup>	3.2 <sup>bc</sup>	2.4 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>c</sup>	2.0 <sup>cd</sup>	2.3 <sup>bc</sup>
E2	3.7 <sup>bcd</sup>	4.3 <sup>abcd</sup>	6.3 <sup>a</sup>	4.4 <sup>abc</sup>	2.6 <sup>c</sup>	2.4 <sup>cd</sup>	2.1 <sup>c</sup>	4.2 <sup>a</sup>	1.29 <sup>c</sup>	2.4 <sup>bc</sup>	2.9 <sup>b</sup>
T1	4.8 <sup>a</sup>	4.3 <sup>abcd</sup>	2.8 <sup>c</sup>	3.0 <sup>de</sup>	5.1 <sup>a</sup>	1.6 <sup>ef</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.9 <sup>d</sup>	3.98 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>
T2	4.8 <sup>a</sup>	4.0 <sup>bcd</sup>	4.8 <sup>b</sup>	3.0 <sup>de</sup>	1.6 <sup>d</sup>	4.4 <sup>a</sup>	1.2 <sup>de</sup>	2.0 <sup>cd</sup>	1.23 <sup>c</sup>	1.4 <sup>de</sup>	1.3 <sup>ef</sup>
T3	3.8 <sup>abcd</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>ab</sup>	3.3 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>de</sup>	3.1 <sup>b</sup>	2.7 <sup>b</sup>	2.3 <sup>bc</sup>	1.7 <sup>de</sup>
T4	4.1 <sup>abc</sup>	4.4 <sup>abc</sup>	5.5 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>abc</sup>	1.6 <sup>d</sup>	3.2 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>e</sup>	2.8 <sup>bc</sup>	2.4 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>cd</sup>
T5	4.4 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	4.9 <sup>b</sup>	5.2 <sup>a</sup>	1.2 <sup>d</sup>	4.4 <sup>a</sup>	1.3 <sup>de</sup>	4.2 <sup>a</sup>	1.4 <sup>c</sup>	1.9 <sup>cd</sup>	1.4 <sup>ef</sup>

Diferentes letras indican diferencia significativa (al 5%) entre los atributos en el atributo correspondiente a cada columna.

#### Nota ácida

Para nota ácida existe diferencia significativa entre los pulques evaluados siendo T1 y T2 los pulques con mayor nota ácida, a diferencia de E1 que obtuvo una baja nota ácida. En general las muestras presentan una acidez intermedia con valores entre 3 – 5.

#### **Nota alcohólica**

Para nota alcohólica también se encontró diferencia significativa entre los pulques evaluados, siendo T3 el pulque con la mayor intensidad a alcohol y C2 el pulque con la menor intensidad, se observa que este parámetro presentó intensidades de baja a intermedia con valores entre 2 – 6, lo cual era esperado ya que el pulque no es una bebida de alto contenido alcohólico (4 – 6° GL).

#### **Nota fermentado**

Para nota fermentado se puede observar que hay diferencia significativa entre los pulques evaluados, fue un atributo que permite discriminar entre las muestras de pulque. Para el caso de nota fermentada T1 fue el pulque menos fermentado y E2 el más fermentado. La nota fermentado es un parámetro importante ya que aquí nos podemos dar cuenta de que tan “fresco” es un pulque debido a que en el momento en que el pulque comience a tener un alto valor en la nota acética quiere decir que el pulque comienza a echarse a perder o definitivamente se echo a perder.

#### **Nota agave**

Para nota agave existe variabilidad entre los pulques evaluados donde T5 fue el pulque que presentó el mayor valor a nota agave y C2 el pulque que menos la presentó. Este atributo es importante debido a que es la materia prima de la que se obtiene el aguamiel que con el proceso de fermentación se convierte en pulque. Se observó que el pulque C2 presentó el valor más bajo, esto es debido a que al ser un pulque curado al adicionarse otros ingredientes como frutas o cereales las características más afectadas fueron el olor y sabor.

#### **Nota madera**

Para la nota a madera en el pulque C2 fue el que presentó la menor intensidad y el pulque T1 la mayor intensidad, este parámetro es importante ya que nos habla del tipo de almacenaje del aguamiel que posterior a la fermentación dará pulque. Generalmente se almacena en barricas de madera en el punto de venta. Sin embargo las bajas intensidades en este parámetro se pueden deber al poco tiempo que permanece el aguamiel antes de ser fermentado o que la madera de las barricas no le confiera su aroma al aguamiel por no ser maderas finas.

#### **Nota amarga**

El pulque C2 fue el de menos amargo, T2 y T5 los más amargos. Los valores para este atributo oscilaron ente 1.15 – 4.5. El olor amargo en un pulque es un parámetro que nos indica la calidad del pulque, según los concedores-productores de pulque, dado que a mayor olor amargo mejor la calidad del pulque.

#### **Nota láctea**

Este atributo se presentó en baja intensidad en todas las muestras, siendo más intenso en la muestra T1, esto se puede deber a que los metabolitos generados en la fermentación láctea son menores que los de la fermentación alcohólica.

#### **Nota acética**

Este atributo debe estar ausente o en baja intensidad en los pulques ya que cuando esta nota aumenta es indicativo de que el pulque está comenzando a echarse a perder debido a que la fermentación pasa de alcohólica a acética. De las muestras evaluadas la E2 y T5 presentaron la mayor intensidad, el resto de las muestras presentaron baja intensidad.

#### **Nota a brócoli cocido**

La muestra con mayor intensidad de olor a brócoli cocido fue la T1, presentando la mayor de ellas la mínima intensidad. La presencia de esta nota podría deberse a que debido a que el olor de agave no es muy conocido, los jueces relacionan los olores con los más comunes para ellos, debido a esto las intensidades para las muestras evaluadas fueron relativamente bajas con respecto a la nota de olor a agave.

#### **Nota aceitoso**

Este atributo según las evaluaciones realizadas se observa que es de baja intensidad ya que los valores de evaluación están por debajo de 3, salvo el pulque T1, que nuevamente vuelve a presentar la mayor intensidad.

#### **Nota atún**

Este atributo es indeseable en el pulque ya que un alto valor en este atributo nos indicaría que ha habido una desaminación y hay presencia de trimetilamina en el pulque, está procedente de la colina o de algún compuesto nitrogenado presente en el pulque, se observa que el pulque T1 es el que presenta esta nota lo que

podría indicar una baja calidad en la fermentación alcohólica que pudo favorecer la aparición de diferentes olores como la nota amargo, nota aceitoso y la nota atún.

### **Atributos de sabor**

En el gráfico 7 se muestran los atributos de sabor evaluados en el pulque, en ella se observa que 7 de los 8 atributos evaluados presentan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los 9 pulques evaluados; estos atributos son: nota ácida (ANF), nota alcohólica (AF), nota amargo (BF), nota astringente (AST), nota aguamiel (MN), resabio amargo (BAN) y nota frescura (F).

### **Nota ácida**

El atributo de nota ácida presentó diferencia significativa entre los pulques evaluados (tabla 22) donde T2 fue el pulque más ácida y T1 el menos ácido. Este atributo presentó una intensidad intermedia ya que se encuentra en valores de 2 a 6.5.

### **Nota alcohólica**

Para nota alcohólica se puede discriminar entre los pulques evaluados, dado que hay diferencia significativa, (tabla 22) el pulque C1 fue el de mayor nota alcohólica y el T5 el que menos nota alcohólica presentó. Este atributo como se puede observar es de intensidad media-baja dados los valores que van de 1.2 a 3.8 para los pulques evaluados. La nota alcohólica es de esperarse que esté presente en el pulque debido a que durante el proceso se lleva a cabo una fermentación alcohólica (llevada a cabo por *Mobilis Zymomonas* y varias levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*) (Chellapandian *et al.* 1998).

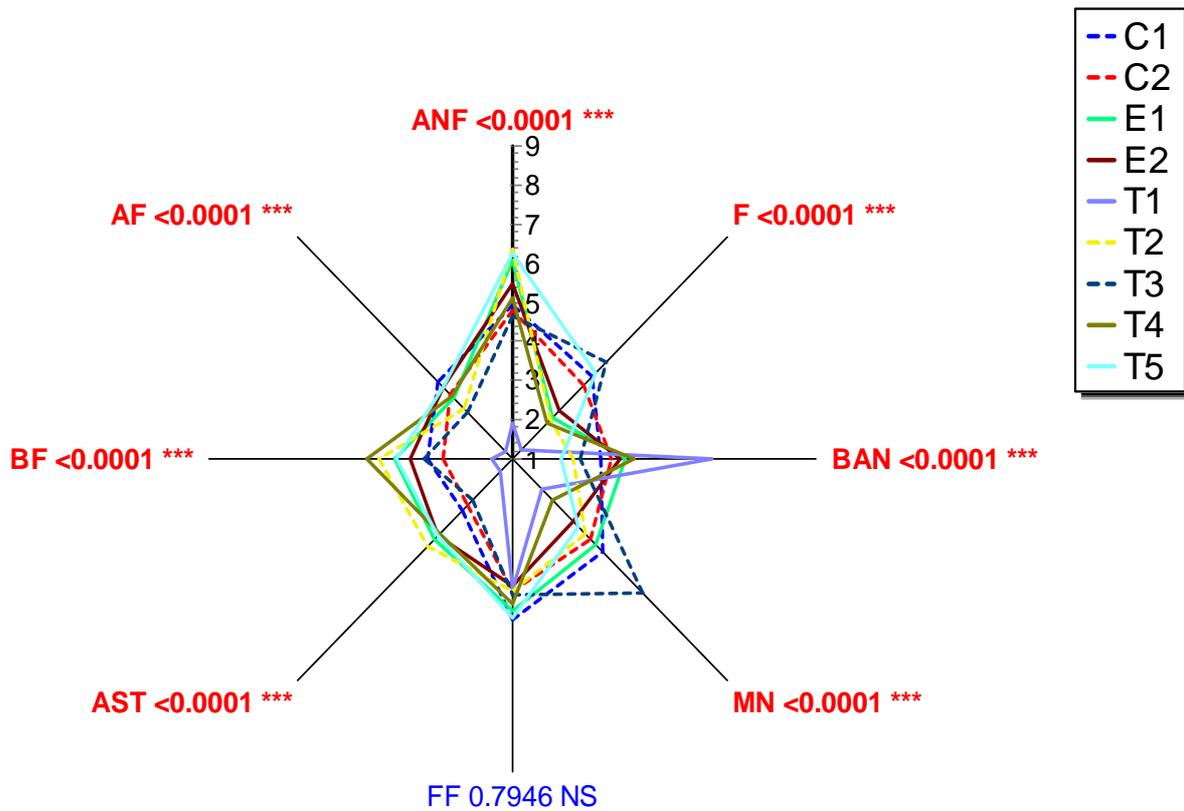


Tabla 23. Promedio presentado en los atributos de sabor.

Pulque	Sabor						
	ANF	AF	BF	AST	MN	BAN	F
C1	4.95 <sup>bc</sup>	3.76 <sup>a</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	2.89 <sup>b</sup>	4.33 <sup>b</sup>	3.32 <sup>bcde</sup>	3.95 <sup>a</sup>
C2	4.8 <sup>c</sup>	3.61 <sup>a</sup>	2.84 <sup>d</sup>	2.66 <sup>b</sup>	3.92 <sup>b</sup>	3.59 <sup>bcd</sup>	3.65 <sup>a</sup>
E1	6.09 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>a</sup>	4.13 <sup>abc</sup>	3.9 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	3.98 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>
E2	5.5 <sup>abc</sup>	3.3 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>bcd</sup>	3.78 <sup>a</sup>	3.26 <sup>bc</sup>	3.84 <sup>bc</sup>	2.72 <sup>b</sup>
T1	1.93 <sup>d</sup>	3.29 <sup>ab</sup>	1.56 <sup>e</sup>	1.43 <sup>c</sup>	2.07 <sup>d</sup>	6.24 <sup>a</sup>	1.3 <sup>c</sup>
T2	6.37 <sup>a</sup>	3.2 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	4.18 <sup>a</sup>	3.69 <sup>b</sup>	2.59 <sup>de</sup>	2.4 <sup>b</sup>
T3	4.66 <sup>d</sup>	2.78 <sup>b</sup>	3.35 <sup>cd</sup>	2.46 <sup>b</sup>	5.84 <sup>a</sup>	2.79 <sup>cde</sup>	4.49 <sup>a</sup>
T4	5.13 <sup>abc</sup>	2.67 <sup>b</sup>	4.85 <sup>a</sup>	3.72 <sup>a</sup>	2.49 <sup>cd</sup>	4.19 <sup>b</sup>	2.28 <sup>b</sup>
T5	6.27 <sup>a</sup>	1.24 <sup>c</sup>	4.07 <sup>abc</sup>	3.81 <sup>a</sup>	3.47 <sup>bc</sup>	2.29 <sup>e</sup>	4.11 <sup>a</sup>

Diferentes letras indica que existe diferencia estadísticamente significativa (al 5%) entre las muestras, en el atributo correspondiente a cada columna.

### **Nota amargo**

Este atributo al igual que la nota alcohólica es de intensidad media-baja, dado que su rango de valores va de 1.6 a 4.9 para las muestras de pulque evaluadas, siendo la muestra más amarga la T4 y la menos amarga la T1.

### **Nota astringente**

El atributo de nota astringente presentó diferencia significativa entre los pulques evaluados (tabla 23) su intensidad en las muestras evaluadas es media-baja, 1.4 – 4.2. Donde T2 fue el pulque más astringente y T1 el pulque menos astringente.

### **Nota aguamiel**

La nota aguamiel presentó diferencia significativa (tabla 38) donde T3 es el pulque con más nota aguamiel y T1 el pulque con menos nota aguamiel. Además de presentar una intensidad media-baja, 2.1-5.9.

### **Resabio amargo**

Para resabio amargo se encontró diferencia significativa, entre prácticamente todas las muestras, siendo T5 el pulque con menor valor y T1 el pulque con mayor valor.

### **Nota fresco**

Para nota fresco se encontró diferencia significativa (tabla 23) su intensidad es media-baja, 1.3-4.5. Donde T1 fue el pulque con menos nota fresco y T3 fue el de mayor nota fresco. Esta nota se encuentra relacionada con la nota alcohólica y se observa que en la nota alcohólica hubo diferencia significativa.

## **8.2 ENTRENAMIENTO EN LA METODOLOGÍA Dominio Temporal de las Sensaciones (DTS)**

### **8.2.1 Curvas de DTS**

Una vez evaluado el perfil sensorial de las muestras, se realizó el entrenamiento para la evaluación de los atributos con la prueba de DTS. No todas las muestras que fueron evaluadas en ADC fueron evaluadas en la metodología de DTS, únicamente se evaluaron los pulques E1, E2, y T4.

El primer paso de la prueba consistió en elegir cuales serían los atributos a evaluar, dentro de los atributos de ADC. Los atributos evaluados en las 3 muestras

fueron los atributos de sabor, olor y textura. En la tabla 7, en el apartado de metodología, se muestran los atributos y la manera de distribución para la evaluación en DTS.

Al inicio de la prueba los jueces comenzaban en el tiempo cero. Una vez que comenzaban con la evaluación, corría un temporizador por 120 segundos, durante el cual los jueces indicaban en la escala el atributo que percibían con respecto al tiempo y su intensidad.

De los datos obtenidos se extrajeron los datos de intensidad máxima percibida. Se realizó ANOVA para determinar si existió o no diferencia significativa entre las muestras.

#### Intensidad máxima percibida

En el gráfico 8 se muestran los promedios para cada atributo evaluado en DTS para las muestras de pulque evaluadas. La calificación máxima que podían dar en cada uno de los atributos era de 9. Como se puede observar el atributo con mayor intensidad fue uniformidad (U) con 7.6 y 7.1 en las muestras E1 y E2 respectivamente, mientras que la más baja fue atún (TN) con 1.1 para la muestra E2. Los atributos que presentaron diferencia significativa fueron grumosidad (LT), ácido en sabor (ANF), olor amargo (BO) y nota acética (AC).

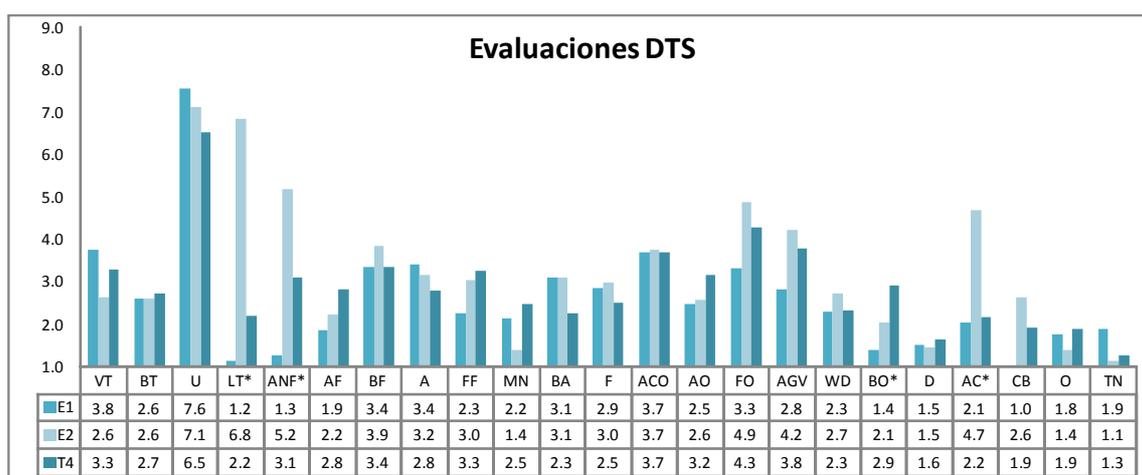


Gráfico 8. Promedios de la máxima intensidad percibida para las muestras de pulque evaluadas por DTS.  
\*Indica diferencia entre las muestras.

### 8.3 PRUEBAS A CONSUMIDORES DE PULQUE

Se evaluaron 9 tipos de muestras en tres diferentes sesiones, con una presencia de 85 consumidores en cada una de las sesiones, donde se evaluaron 2 pulques naturales y uno curado. Se utilizó la prueba afectiva de nivel de agrado usando una escala estructurada de 9 puntos:

- Me gusto muchísimo 9
- Me gusto mucho 8
- Me gusto 7
- Me gusto poco 6
- Ni me gusto ni me disgusto 5
- Me disgusto poco 4
- Me disgusto 3
- Me disgusto mucho 2
- Me disgusto muchísimo 1

Las evaluaciones se realizaron con consumidores habituales y no habituales del pulque, debido a que la mayoría de la población mexicana de la Ciudad de México no está familiarizada con la bebida. Por ello fue necesario realizar la evaluación con ambos grupos. De la población encuestada, el 54% eran mujeres y el 46% hombres (tabla 25). El 35% de la población consumía habitualmente pulque y el 65% nunca lo había consumido. Se encontró un amplio rango de edad entre los consumidores, en un intervalo entre 18 y 60 años de edad, con un 95% de personas menores de 32 años (tabla 25).

Tabla 24. Relación de consumidores habituales y no habituales de pulque.

Género /Edad (años)	HABITUALES			NO HABITUALES		
	18 - 32	33 - 46	47 - 60	18 - 32	33 - 46	47 - 60
<b>F</b>	15.29%	0.78%	0.00%	36.47%	1.57%	0.00%
<b>M</b>	16.86%	0.78%	0.78%	26.27%	0.39%	0.78%

Donde F: Femenino y M: Masculino.(Población: 255 personas)

Los resultados de frecuencia de consumo indicaron que el 69.41% de los entrevistados nunca había consumido pulque, el 23.53% lo consumía al menos una vez al mes, el 5.49% una vez a la semana mientras que el 1.57% de 2 – 3 días por semana (tabla 26). De las personas entrevistadas el 61% consumía

curados, el 27.5% pulque natural, el 5% curado y natural, el 6% no consumía nada y el 0.4% consumía aguamiel (tabla 26).

Tabla 25. Relación de consumo de pulque y tipo de pulque consumido.

		%
Consumo pulque	Nunca	69.41
	1 vez al mes	23.53
	1 vez a la semana	5.49
	2 - 3 días por semana	1.57
¿Qué consume?	Natural	27.45
	Curado	61.18
	Aguamiel	0.39
	Curado y Natural	5.10
	Nada	5.88

### 8.3.1 Nivel socio-económico (NSE) de los consumidores

Aplicando el cuestionario de la AMAI 2008 – REGLA 10X6 para determinar el Nivel Socio Económico, de los consumidores se encontró que el 36.08% tiene un nivel socio-económico A/B, el 25.1% un NSE C, el 36.08% un NSE C+, el 0.78% un NSE D, el 12.94% un NSE D+ y el 0.78% un NSE E (tabla 27).

Tabla 26. NSE de los consumidores encuestados.

Nivel Socio-Económico	%
A/B	36.08
C	25.10
C+	36.08
D	0.78
D+	12.94
E	0.78

### 8.3.2 Prueba nivel de agrado

Para realizar el análisis de nivel de agrado, debido a que no todos los consumidores resultaron consumidores habituales, se realizó el análisis por separado entre consumidores habituales (gráfico 9 ) y otro con consumidores no habituales (gráfico 10). Además de que se agruparon en grupos de tres las calificaciones, es decir ahora se tienen sólo tres grupos con tres puntos cada uno (Bottom 3 boxes: me disgusta muchísimo, me disgusta mucho, me disgusta;

middle 3 boxes: me disgusto poco, ni me gusta ni me disgusta, me gusto poco y top 3 boxes: me gusto, me gusto mucho, me gusto muchísimo).

En los gráficos se observa que en la mayoría de los casos la calificación promedio fue más alta en el caso de los consumidores habituales, únicamente en el PLQ T3 la calificación más alta fue en caso de los consumidores no habituales. La tendencia en cuanto a la agrupación de las calificaciones en ambos grupos (habituales y no habituales) también es muy similar, llegan a ser excepciones las muestras PLQ C2, donde los consumidores habituales tienden a dar mayor calificación en *middle 3 boxes*, *top 3 boxes* y *bottom 3 boxes*; mientras que para el caso de los consumidores no habituales se tiene la siguiente tendencia de mayor a menor: *middle 3 boxes*, *bottom 3 boxes* y *top 3 boxes*. Para PLQ E1 los consumidores habituales siguen la tendencia de mayor a menor: *middle 3 boxes*, *bottom 3 boxes* y *top 3 boxes* y para los no habituales: *bottom 3 boxes*, *middle 3 boxes* y *top 3 boxes*. Para el PLQ T5 los consumidores habituales siguen la tendencia de mayor a menor: *top 3 boxes*, *bottom 3 boxes* y *middle 3 boxes* y para los no habituales: *top 3 boxes*, *middle 3 boxes* y *bottom 3 boxes*.

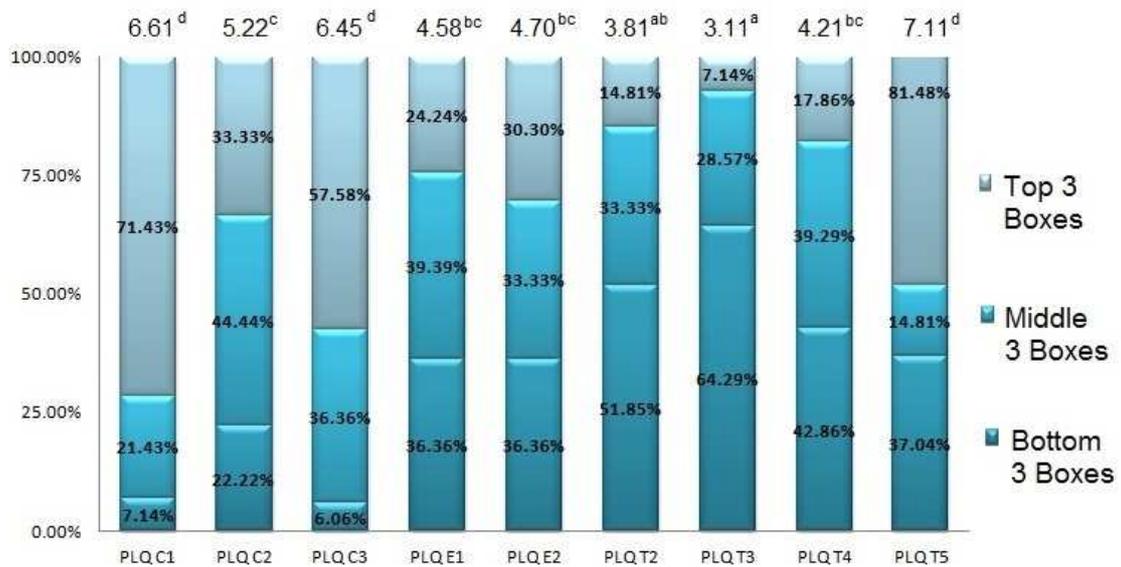


Gráfico 9. Porcentajes del nivel de agrado para los consumidores habituales de Pulque. Diferentes le tras indican que existe diferencia significativa  $\alpha:0.05\%$

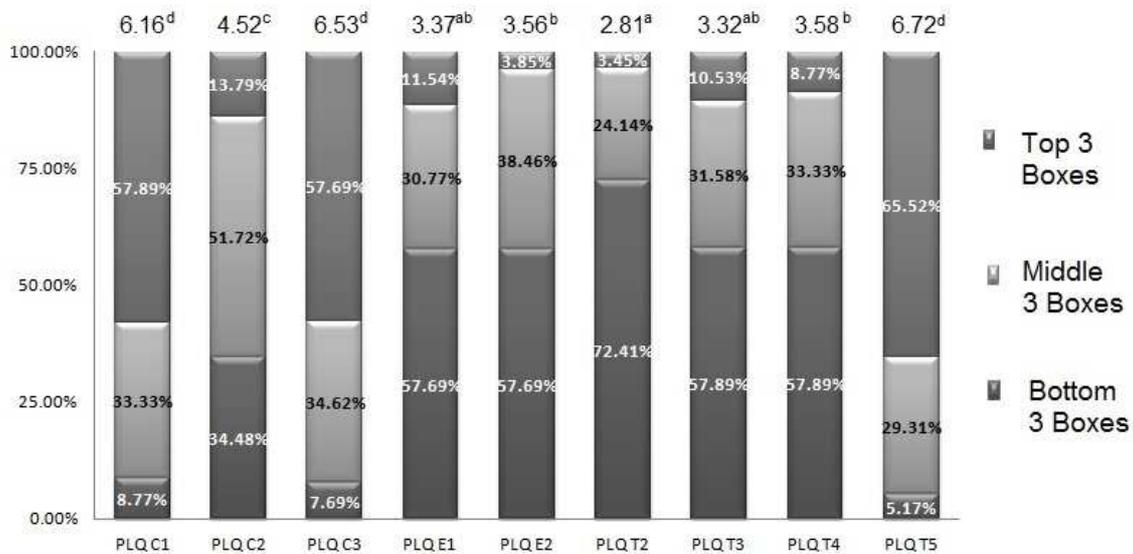


Gráfico 10. Porcentajes del nivel de agrado para los consumidores no habituales de Pulque. Diferentes letras indican que existe diferencia significativa  $\alpha:0.05\%$

La evaluación con consumidores de las diferentes muestras (gráficos 9 y 10) mostró que existían diferencias significativas entre las muestras evaluadas, siendo la muestra PLQ C2 diferente significativamente con respecto a las demás muestras. Siendo la muestra PLQ T5 la más preferida.

Las diferencias observadas en las muestras evaluadas pueden estar relacionadas probablemente con las variaciones en el proceso, el grado de fermentación de cada una de las muestras y si el pulque era natural o curado. Se observó que en general las muestras de pulque curados (PLQ C1 y C3) agradaron más que las muestras de pulque natural.

En las tablas 28 – 36 se muestran los comentarios de que fue lo que gusto y lo que no gusto de las muestras evaluadas. En general los comentarios de gusto para las muestras son: nada, sabor, dulzor, consistencia, color, precipitado y brillo; mientras que los de no me gusto por: nada, consistencia, olor, sabor, acidez, sabor amargo y olor. Como podemos observar los comentarios de agrado y desagrado son casi los mismos en ambos rubros.

Tabla 27. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ C1.

PLQ C1			
Gusto	%	No gusto	%
Acidez	4.71	Acidez	12.94
Alcohol, textura cremosa	1.18	Acidez, astringente, insípido, viscosidad	5.88
Apariencia	1.18	Acidez, sin consistencia, sabor	9.41
Color	2.35	Amargo	8.24
Consistencia	3.53	Apariencia, consistencia	7.06
Consistencia, dulzor, sabor	2.35	Apariencia, resabio, textura	8.24
Consistencia, olor, sabor	5.88	Color	5.88
Dulzor	9.41	Consistencia, olor, sabor	12.94
Fermentado	1.18	Fermentado, sabor agrio, viscosidad	3.53
Nada	49.41	Grumosidad	3.53
Olor	2.35	Insípido, regusto	4.71
Resabio amargo	2.35	Nada	18.82
Sabor	12.94	Olor, sabor amargo, viscosidad	7.06
Todo	1.18	Precipitado, sabor amargo	3.53
		Rebajado, resabio	3.53
		Sabor	8.24
		Sabor, consistencia	8.24
		Temperatura	5.88
		Todo	5.88

Tabla 28. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ C2.

PLQ C2			
Gusto	%	No gusto	%
Acidez, consistencia	7.06	acidez	4.71
Aroma, olor, sabor, apariencia, dulzor	4.71	apariencia	1.18
Color, olor	3.53	aroma, acidez, consistencia	1.18
Color, sabor	2.35	astringencia	1.18
Consistencia, color, precipitado, brillo	12.9	color, precipitado	2.35
Dulce	2.35	consistencia	9.41
Nada	18.8	Dulzor	3.53
NR	15.3	fermentación	1.18
Olor	5.88	Nada	15.3
Olor, textura, sabor	3.53	NR	18.8
Sabor	15.3	olor	4.71
Sabor agave, amargo, consistencia, astringente	3.53	olor, sabor	3.53
Sabor, color, consistencia	3.53	resabio	2.35
Sabor alcohol, sensación burbujeante	2.35	sabor	15.3
Sabor fruta	7.06	sabor ácido, consistencia	1.18
Sabor, color	2.35	sabor ácido, resabio amargo	2.35
Sabor, textura	4.71	sabor amargo, viscosidad	2.35
Todo	2.35	sabor, olor, consistencia	4.71
		sabor, viscosidad, resabio amargo	1.18
		todo	3.53

Tabla 29. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ C3.

PLQ C3			
Gusto	%	No gusto	%
acidez	5.9	acidez	12.9
apariencia	3.5	acidez, sabor, textura, salado	1.18
aroma, textura, viscosidad	2.3	color	2.35
color, consistencia, apariencia, olor, sabor, viscosidad	1.2	consistencia, olor	15.3
color, sabor, consistencia	7.1	fermentación	2.35
consistencia	9.4	nada	8.24
efervescencia, frescura	1.2	NR	18.8
Nada	8.2	olor	1.18
NR	21.2	poco astingente	1.18
olor, color, sabor	4.7	resabio	2.35
resabio	2.3	sabor	12.9
sabor	15.3	sabor a alcohol	1.18
sabor a maguey	1.18	sabor acido, consistencia	1.18
sabor amargo	1.18	sabor amargo	11.76
sabor dulce	4.71	sabor fuerte alcohol, consistencia	1.18
sabor fruta, dulzor	1.18	sabor muy dulce	1.18
sabor mango, acidez, sabor fermentado	2.35	sabor, aroma	1.18
sabor piña	1.18	sabor, olor	1.18
sabor, acidez, viscosidad	1.18	sabor, olor, apariencia	1.18
sabor, amargo	1.18	temperatura	1.18
sabor, apariencia	1.18		
sabor, consistencia	1.18		
temperatura (frío)	1.18		

Tabla 30. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ E1.

PLQ E1			
Gusto	%	No gusto	%
acidez, frescura	3.53	acidez	10.59
Apariencia	1.18	apariencia, color, sabor	1.18
Astringente	2.35	aroma	1.18
Color	4.71	astringente	1.18
Consistencia	7.06	color, olor	2.35
Nada	12.94	Consistencia	10.59
NR	25.88	consistencia, sabor	1.18
Olor	2.35	nada	3.53
olor, apariencia	1.18	NR	20.00
olor, resabio	1.18	olor	2.35
Resabio	1.18	olor, color	1.18
Sabor	14.12	resabio	3.53
sabor, consistencia, color	1.18	sabor	16.47
sabor curado	5.88	sabor amargo	7.06
sabor dulce, apariencia, viscosidad	2.35	sabor amargo, ácido, consistencia fluida	1.18
sabor fermentado, acidez	1.18	sabor dulce	4.71
sabor mango, dulzor, alcohol	2.35	sabor picante	1.18
sabor yogurt	1.18	sabor, diluido, consistencia	2.35
sabor, burbujeo	1.18	sabor, color, olor	1.18
sabor, color	2.35	sabor, viscosidad	1.18
sabor, consistencia	1.18	textura, acidez	1.18
sabor, olor, dulzor	1.18	textura, apariencia	1.18
sabor, textura, acidez	2.35	todo	3.53

Tabla 31. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ E2.

PLQ E2			
Gusto	%	No gusto	%
Acidez	2.35	acidez	11.76
apariciencia, dulzor, acidez	2.35	aroma desagradable, sabor	2.35
aroma, sabor	1.18	consistencia	8.24
Alcohol	1.18	consistencia, sabor	2.35
color	1.18	fermentación alta	2.35
color, olor	1.18	nada	16.47
consistencia	11.76	NR	21.18
nada	22.35	olor vinagre	2.35
NR	18.82	olor, acidez, consistencia babosa	2.35
olor	2.35	sabor	17.65
resabio, dulzor, color	2.35	sabor, consistencia, color	2.35
sabor	9.41	sabor agrio, amargo	2.35
sabor agradable, acidez, dulzor, amargo	1.18	sabor agrio, color, consistencia	1.18
sabor apio	1.18	sabor alcohol bajo	1.18
sabor dulce	2.35	sabor amargo	4.71
sabor dulce, amargo	1.18	sabor amargo, acidez	1.18
sabor dulce, consistencia, sabor alcohol	2.35	sabor amargo, viscosidad	2.35
Sabor frutal	2.35	sabor frutal	1.18
sabor, acidez, viscosidad	1.18	sabor jamón	1.18
sabor, color, olor	4.71	sabor muy dulce	1.18
sabor, consistencia, color	5.88	sabor, color, olor	3.53
textura, acidez	1.18	sabor, resabio	1.18
		todo	1.18

Tabla 32. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ T2.

PLQ T2			
Gusto	%	No gusto	%
acidez, dulzor	3.53	apariciencia, precipitado	2.35
Acidez, textura	1.18	consistecia	4.71
apariciencia, brillo, acidez	1.18	consistencia, color	1.18
apariciencia, sin precipitados	1.18	consistencia, resabio amargo, sin sabor	1.18
aroma, sabor, color, dulzor	4.71	fermentación	2.35
color	3.53	nada	14.12
color, consistencia	1.18	NR	18.82
consistencia	2.35	olor	7.06
consistencia, color	1.18	olor fuerte alcohol, consistencia	1.18
nada	18.82	olor, sabor, fermentación	3.53
NR	18.82	poco sabor, acidez, resabio amargo	1.18
olor	3.53	resabio	1.18
olor, amargo	1.18	sabor	17.65
Sabor	14.12	sabor ácido	2.35
sabor alcohol suave	1.18	sabor ácido, viscosidad, color	1.18
sabor desagradable, olor desagradable	1.18	sabor amargo	4.71
sabor dulce	3.53	sabor amargo, sin sabor, olor desagradable	1.18
sabor dulce, color	1.18	sabor ligeramente rancio	1.18
sabor fresa, olor	1.18	sabor, acidez, consistencia	1.18
sabor guayaba, viscosidad, olor	4.71	sabor, amargo	3.53
sabor maguey	1.18	sabor, olor	3.53
sabor, consistencia, color, olor	4.71	sabor, textura	1.18
sabor, olor, color, consistencia	4.71	todo	3.53

Tabla 33. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ T3.

PLQ T3			
Gusto	%	No gusto	%
acidez, consistencia, resabio	4.71	acidez	14.12
acidez, dulzor, olor, viscosidad	1.18	acidez, fermentado, viscosidad	4.71
burbujeo	1.18	acidez, insípido	2.35
color	1.18	acidez, resabio ácido	2.35
color, dulzor, sabor	2.35	amargo	7.06
consistencia	7.06	aparencia	3.53
dulzor	7.06	burbujeo en garganta	2.35
dulzor, nivel de alcohol	1.18	color, consistencia	2.35
dulzor, sabor	1.18	consistencia	10.59
dulzor, textura	1.18	consistencia babosa, olor a basura	1.18
fermentado	1.18	consistencia, sabor	3.53
nada	41.18	dulzor	1.18
nota agri-dulce	1.18	fermentado	3.53
olor	5.88	fermentado, precipitado	1.18
olor, sabor	1.18	nada	18.82
resabio	2.35	olor	2.35
sabor	7.06	olor, resabio ácido	1.18
sabor amargo, textura	1.18	olor, sabor	2.35
sabor frutal	2.35	precipitado	2.35
sabor natural	1.18	resabio amargo	5.88
sabor, alcohol	2.35	sabor, textura	2.35
sabor, viscosidad	3.53	todo	4.71
todo	1.18		

Tabla 34. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ T4.

PLQ T4			
Gusto	%	No gusto	%
acidez	7.06	acidez	7.06
acidez, aroma	1.18	acidez, consistencia babosa, resabio	2.35
acidez, sabor a cereal	1.18	acidez, olor, sabor	5.88
color	2.35	acidez, resabio amargo, viscosidad	3.53
consistencia	7.06	agri, insípido	2.35
consistencia, sabor frutal	2.35	alcohol, fermentado, resabio amargo	3.53
fermentado	1.18	aparencia, cremosidad, sabor	2.35
nada	35.29	consistencia	14.12
olor	7.06	consistencia babosa, acidez	1.18
resabio amargo	1.18	consistencia babosa, olor	1.18
sabor	16.47	consistencia babosa, precipitado	1.18
sabor dulce	8.24	consistencia babosa, resabio amargo	2.35
sabor dulce, homogénea	1.18	muy fermentado, consistencia babosa	2.35
sabor dulce, sabor alcohólico	1.18	nada	16.47
sabor fermentado	1.18	nota amarga	4.71
sabor, viscosidad	1.18	olor, sabor	2.35
viscosidad	3.53	Grumoso	1.18
viscosidad, sabor a guayaba	1.18	resabio, sabor	3.53
		sabor	14.12
		sabor a aguamiel	4.71
		sabor a bicarbonato	1.18
		temperatura	1.18
		todo	1.18

Tabla 35. Comentarios de me gusto y no gusto para el PLQ T5.

PLQ T5			
Gusto		No gusto	
	%		%
acidez	1.18	acidez	9.41
aroma	3.53	apariencia, precipitado	1.18
aroma, sabor	1.18	aroma	1.18
astringencia , textura	1.18	color	1.18
color	2.35	consistencia	23.53
consistencia	11.76	nada	14.12
consistencia, astringente, aroma frutal	1.18	NR	8.24
consistencia, sabor	1.18	olor	5.88
frescura, sabor alcohol	1.18	olor, sabor	2.35
ligera nota alcohólica , sensación fresca	1.18	poco alcohol	2.35
nada	12.94	resabio	8.24
NR	11.76	sabor	14.12
olor	2.35	sabor ácido, resabio amargo	1.18
olor, dulce, fermentado, textura	1.18	sabor agrio	4.71
olor, color	1.18	sabor amargo	2.35
resabio	1.18	sabor muy añejo	2.35
sabor	23.53	sabor muy dulce	2.35
sabor a guayaba	5.88	sabor, acidez	2.35
sabor agrio	1.18	temperatura	2.35
sabor cereal	1.18		
sabor dulce, grado de fermentación, sabor, aroma, color, aspecto	9.41		
sabor maguey, no baboso, amargo	1.18		
sabor, sensación de alcohol	1.18		

Para saber cuál era la opinión de los consumidores, además de la prueba de nivel de agrado se hizo una encuesta para conocer los comentarios acerca de los mitos del bajo consumo de pulque, fueron variados, siendo la mala calidad (falta de higiene en el proceso de elaboración) (15.69%) el comentario que obtuvo el porcentaje más alto dentro de los comentarios expuestos, seguido de la textura que presenta la bebida (espesa y babosa) (14.12%), el sabor amargo en la bebida (12.94%), la falta de cultura con respecto a las propiedades nutritivas de la bebida (11.37%), después las características sensoriales en general (10.59%) las cuales se refieren al mal olor, el resabio que deja, algunos pulques mencionan tienen olor a “basura” “podrido” debido a que la fermentación se ha pasado, la falta de difusión (9.41%), falta de establecimientos donde lo vendan (8.63%) y finalmente que es una bebida destinada a las clases bajas (9.41%) siendo estos mitos los que tienen un porcentaje importante dentro de los participantes encuestados.

Tabla 36. Mitos acerca del bajo consumo de pulque.

Mitos	%
Pulque adulterado	1.96
Poca apreciación de la bebida	1.57
Baja disponibilidad de la bebida	4.31
Destinado a las clases bajas	9.41
Falta de establecimientos donde lo vendan	8.63
Falta de difusión	9.41
Características sensoriales en general	10.59
Falta cultura	11.37
Sabor desagradable (amargo)	12.94
Por la textura (espesa, babosa)	14.12
Mala calidad (falta de higiene en la elaboración)	15.69

### 8.3.3 Relación de género, edad, frecuencia de consumo y NSE con la aceptación global en pruebas con consumidores

Como se quería conocer si existía relación entre las variables de género, edad, frecuencia de consumo, nivel socio-económico y la aceptación global de las muestras se realizó un análisis de regresión múltiple. En la tabla 38 podemos observar que un de Valor-P, menor a 0.0100 significa que hay relación entre las variables estudiadas. Se observa que la aceptación global de las muestras depende únicamente del consumo que se tiene con respecto al pulque.

Tabla 37. Relaciones entre las variables evaluadas.

Parámetro	Estimado	Error Estándar	T - Estadística	Valor-P
<b>Constante</b>	4.65	0.61	7.67	0.00
<b>Género</b>	0.28	0.17	1.69	0.09
<b>Edad</b>	0.021	0.015	1.36	0.17
<b>Consumo</b>	-0.61	0.20	-3.1	<b>0.002</b>
<b>Frecuencia de consumo</b>	-0.025	0.041	-0.61	0.54
<b>NSE</b>	0.074	0.065	1.13	0.26

## 8.4 Análisis instrumental de color

### 8.4.1 Pulques tradicionales y experimentales

Los resultados de la evaluación instrumental de color se muestran en la tabla 39 en ella se puede observar que las siete muestras evaluadas fueron

estadísticamente diferentes entre sí en todos los atributos de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  (croma) y  $H^\circ$  (hue)). Esto puede atribuirse a que a pesar de que dos de las muestras evaluadas fueron realizadas bajo condiciones controladas, el tipo de tratamiento de cada una nos da como resultado final una diferencia entre las mismas. Dentro de los pulques comerciales en las diferencias que existen pudo influir el tipo de maguey del que se obtuvo el aguamiel para su posterior fermentación, el tiempo de la semilla empleada para la fermentación del aguamiel, la cantidad de aguamiel utilizada para la fermentación, las condiciones ambientales en las que se lleva a cabo el proceso de fermentación, el tipo de recipiente en el que se llevaba a cabo el proceso de fermentación (ya que en algunos lugares la fermentación sigue siendo en barricas de madera y en otros lugares se realiza en recipientes de plástico), pero sobre todo el tiempo de fermentación.

#### ■ Luminosidad ( $L^*$ )

La tabla 39 muestra los promedios para las siete muestras de pulque evaluadas,  $L^*$  son los valores de luminosidad de color, el cual va de 0 (para negro) y 100 (para blanco ideal). Se observa que todas las muestras fueron estadísticamente diferentes, de ellas, las muestras de E1, E2 y T3 fueron las muestras más luminosas las cuales fueron cercanas al 100 de blanco ideal. Las muestras T1, T2, T4 y T5 tuvieron valores de entre 66 y 75, lo cual no nos indica que fueron más opacas.

#### ■ Valor $a^*$

La tabla 39 muestra los promedios para las siete muestras de pulque evaluadas para el parámetro  $a^*$  (va del rojo al verde,  $-a^*$  son tonalidades verdes y  $+a^*$  tonalidades rojas). Observándose que los valores para las muestras evaluadas fueron positivos, 0.5 – 2.3, lo cual nos indica la presencia de tonalidades rojas en las muestras, encontrándose diferencia significativamente entre todas ellas.

#### ■ Valor $b^*$

Para el parámetro  $b^*$  (va de azul a amarillo,  $-b^*$  son tonalidades azules y  $+b^*$  son tonalidades amarillas). Los valores fueron positivos, 5.9 – 13.58, lo cual nos indica la presencia de tonalidades amarillas, siendo todas las muestras diferentes significativamente en este parámetro. Siendo la muestra E1 la que obtuvo el valor más bajo, 5.89, y la muestra T1 el valor más alto, 13.58.

#### ■ Cromo ( $C^*$ )

El parámetro  $C^*$  (croma) corresponde a la pureza del color y varía entre 0 y 1000. La tabla 39 muestra que los valores para las muestras evaluadas van de 5.9 a 13.8 encontrándose diferencia significativamente entre todas las muestras, lo cual nos indica una baja pureza en el color de los pulques. La muestra E1 obtuvo el valor más bajo (5.92) es decir menor pureza con respecto a la muestra T1 con el valor más alto (13.78).

#### ■ Ángulo $h^\circ$

El ángulo  $h^\circ$  (ángulo Hue,  $h^\circ$ ) indica el tono o matiz que expresa las variaciones cualitativas del color y puede variar entre 0 y 360. Escobedo (2012) describió que  $0^\circ$  son tonalidades rojo-púrpura,  $90^\circ$  amarillo,  $180^\circ$  azul-verde y  $270^\circ$  azul. La tabla 39 muestra que todas las muestras fueron significativamente diferentes con valores entre 80.2 – 85.2, lo cual nos indica tonalidades amarillas en las diferentes muestras de pulque evaluadas. La muestra T1 obtuvo el valor más bajo, 80.22, con respecto a la muestra T5 con el valor más alto, 85.17.

Tabla 38. Promedios presentados para los parámetros de color en la evaluación de pulque.

Color					
Pulque	L*	a*	b*	C*	h°
<b>E1</b>	94.31 <sup>a</sup>	0.58 <sup>g</sup>	5.89 <sup>g</sup>	5.92 <sup>g</sup>	84.38 <sup>b</sup>
<b>E2</b>	90.08 <sup>c</sup>	1.02 <sup>d</sup>	7.23 <sup>e</sup>	7.30 <sup>e</sup>	81.98 <sup>f</sup>
<b>T1</b>	74.87 <sup>d</sup>	2.34 <sup>a</sup>	13.58 <sup>a</sup>	13.78 <sup>a</sup>	80.22 <sup>g</sup>
<b>T2</b>	68.74 <sup>f</sup>	1.06 <sup>b</sup>	7.96 <sup>d</sup>	8.03 <sup>d</sup>	82.39 <sup>e</sup>
<b>T3</b>	92.19 <sup>b</sup>	0.80 <sup>f</sup>	6.56 <sup>f</sup>	6.61 <sup>f</sup>	83.18 <sup>d</sup>
<b>T4</b>	72.43 <sup>e</sup>	1.05 <sup>c</sup>	9.11 <sup>c</sup>	9.17 <sup>c</sup>	83.44 <sup>c</sup>
<b>T5</b>	66.45 <sup>g</sup>	0.82 <sup>e</sup>	9.71 <sup>b</sup>	9.74 <sup>b</sup>	85.17 <sup>a</sup>

a, b, c, d, e, f, g Distinta letra que indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un  $\alpha=0.01$  entre las muestras.

#### 8.4.2 Análisis con los promedios de los dos tipos de pulque

En el gráfico 11 se muestra que el promedio de los pulques Experimentales y Tradicionales.

Para el parámetro L\* (luminosidad) se puede observar que las muestras experimentales presentaron valores cercanos al 100, lo cual indica que tienen color blanco, a diferencia de las muestras tradicionales que no fueron menos blancas que las muestras experimentales. Para el atributo a\* se obtuvieron valores cercanos al 0, lo cual indica que predominan las tonalidades rojas, aunque se puede observar que los pulques experimentales presentan tonalidades más bajas con respecto a las muestras tradicionales. Para el atributo b\* las muestras experimentales presentaron una tonalidad amarilla más baja que las muestras tradicionales. Para el parámetro C\* (croma) que nos indica la pureza del color, se observa que las muestras experimentales, 6.613, tuvieron un color menos puro en comparación con las muestras tradicionales, 9.467. Para el ángulo h° (hue) los valores fueron muy cercanos entre sí para los dos grupos de muestras evaluadas, 82.9 – 83.2, lo cual nos indica que ambos grupos de muestras evaluadas se encuentran en las tonalidades amarillas.

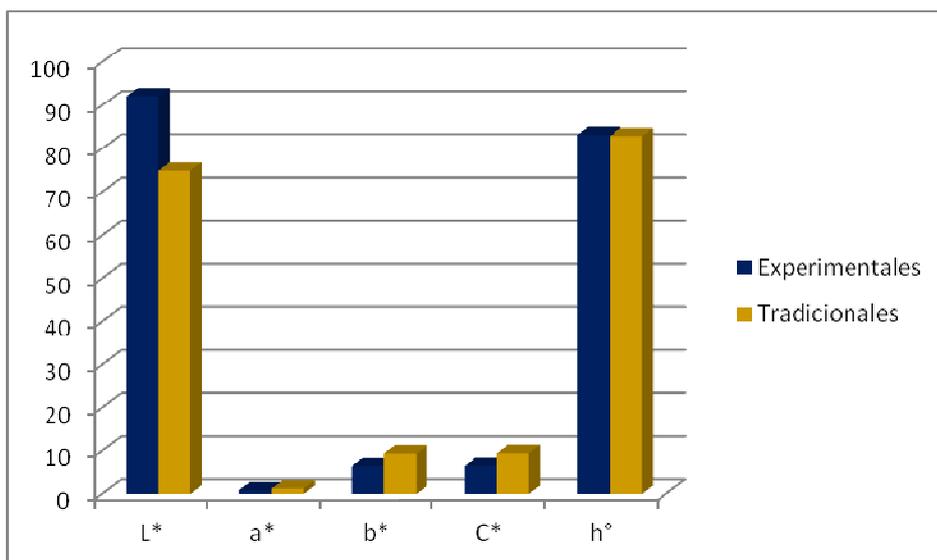


Gráfico 11. Valores promedio de los atributos de color CIELab en los diferentes pulques. Los valores representan el promedio de 10 réplicas.

## 8.5 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

### QDA

En la tabla 40 se muestra la matriz de correlación de los atributos de apariencia y textura de las muestras de Pulque evaluadas. Los valores sombreados indican que existe una correlación mayor o igual al 75% entre los atributos. El atributo de grumosidad en apariencia se correlaciona positivamente con burbujeante en apariencia (0.77), viscosidad en apariencia (0.82) y grumosidad en textura (0.79). Valores positivos indican que la correlación es directa, es decir al aumentar la grumosidad en apariencia aumentará la apariencia de burbujeante, viscosidad y grumosidad en textura.

Tabla 39. Matriz de correlación entre los atributos de apariencia y textura de Pulque.

Variable	BA	C	VA	CL	LA	PF	BR	SF	VT	BT	U	LT
BA	1											
C	0.10	1										
VA	0.60	-0.23	1									
CL	0.31	-0.42	0.56	1								
LA	0.77	-0.28	0.82	0.55	1							
PF	0.07	-0.23	0.36	0.60	0.34	1						
BR	0.65	0.42	0.29	-0.30	0.40	-0.51	1					
SF	-0.18	-0.23	-0.14	0.25	-0.04	-0.21	0.09	1				
VT	-0.31	-0.39	-0.27	0.61	-0.10	0.45	-0.69	0.48	1			
BT	-0.50	-0.12	-0.25	0.01	-0.09	0.29	-0.56	-0.13	0.42	1		
U	-0.11	0.06	-0.39	0.30	-0.24	0.05	-0.49	-0.12	0.57	0.35	1	
LT	0.43	-0.62	0.52	0.50	0.79	0.17	0.25	0.46	0.21	-0.01	-0.29	1

La tabla 41 muestra los porcentajes de cada componente, se obtuvieron un total de 8 componentes principales de los 12 atributos evaluados por ACP. El primer componente (CP1) explica un 36.4% de la varianza original y el segundo componente (CP2) explica un 28.8%. Si observamos en la columna de acumulado el primer plano factorial (componente 1\* componente 2) explica un 65.23%.

Tabla 40. Correlación entre los atributos de apariencia y textura en los pulques.

No. ACP	Valor Propio ( <i>Eigenvalues</i> )	Valor de contribución (%)	Frecuencia acumulada (%)
1	6.235	36.4	36.4
2	4.937	28.83	65.23
3	2.877	16.8	82.03
4	1.700	9.93	91.96
5	0.656	3.83	95.79
6	0.444	2.59	98.38
7	0.248	1.45	99.83
8	0.029	0.17	100

Si se toma en cuenta como criterio de retención de componentes, aquellos cuyo valor propio (*Eigenvalue*) es superior a la unidad, el ACP considera a los primeros cuatro componentes (siendo un acumulado de 91.96% de la varianza original).

La tabla 42 presenta la matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos. Se observa que la primera columna (CP1) los coeficientes importantes son para apariencia: turbidez y precipitado, y para textura viscosidad en boca. En la segunda columna (CP2) en apariencia: burbujeante, viscosidad, grumosidad y brillante, y para textura; uniformidad.

Tabla 41. Matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos.

Variable	Axis 1 (CP1)	Axis 2 (CP2)
	Valor Propio (Eigenvalues)	Valor Propio (Eigenvalues)
BA	0.093	0.490
C	-0.101	0.010
VA	0.118	0.207
CL	0.535	0.107
LA	0.270	0.500
PF	0.659	-0.061
BR	-0.282	0.516
SF	0.003	-0.005
VT	0.246	-0.227
BT	0.057	-0.123
U	0.127	-0.284
LT	0.122	0.195

El gráfico 12 representa el análisis de componentes principales de las muestras de pulque, los atributos que se encuentran en el mismo cuadrante presentan una correlación positiva y los atributos que se encuentran en cuadrantes opuestos una correlación negativa.

En el análisis de correlación entre los atributos para apariencia y textura, (gráfico 12) muestra que los atributos de burbujeante (BA), viscosidad (VA), grumoso en apariencia (LA) y brillante (BR) se correlacionan entre sí, positivamente, lo cual indica que a mayor presencia de burbujas se tendrá un pulque más viscoso, más grumoso y más brillante además de ser los atributos que mejor describen al Pulque C2 (gráfico 12). Los atributos de color (C) y brillante (BR) describen a los pulques T1, T2 y T3 gráfico 12). El atributo de viscosidad en apariencia (VA) y grumoso en apariencia (LA) se correlacionan entre sí positivamente mientras que

el atributo turbidez (CL) se correlaciona con precipitado (PF) y viscosidad en boca (VT). La apariencia en grumoso (LA) se relacionó positivamente con la textura grumosa (LT) lo cual era de esperarse ya que a mayor apariencia grumosa, mayor sensación grumosa en boca. El atributo brillante (BR) y viscosidad en boca (VT) se relacionaron negativamente, lo cual indica que a mayor brillo menor viscosidad en boca. Así mismo los atributos de precipitado (PF), burbujeante en textura (BT), uniformidad (U) y viscosidad en textura (VT) describe a los pulques C1, E1, E2 y T5 (gráfico 12). Mientras que al pulque T4 no lo describe de forma particular ningún atributo.

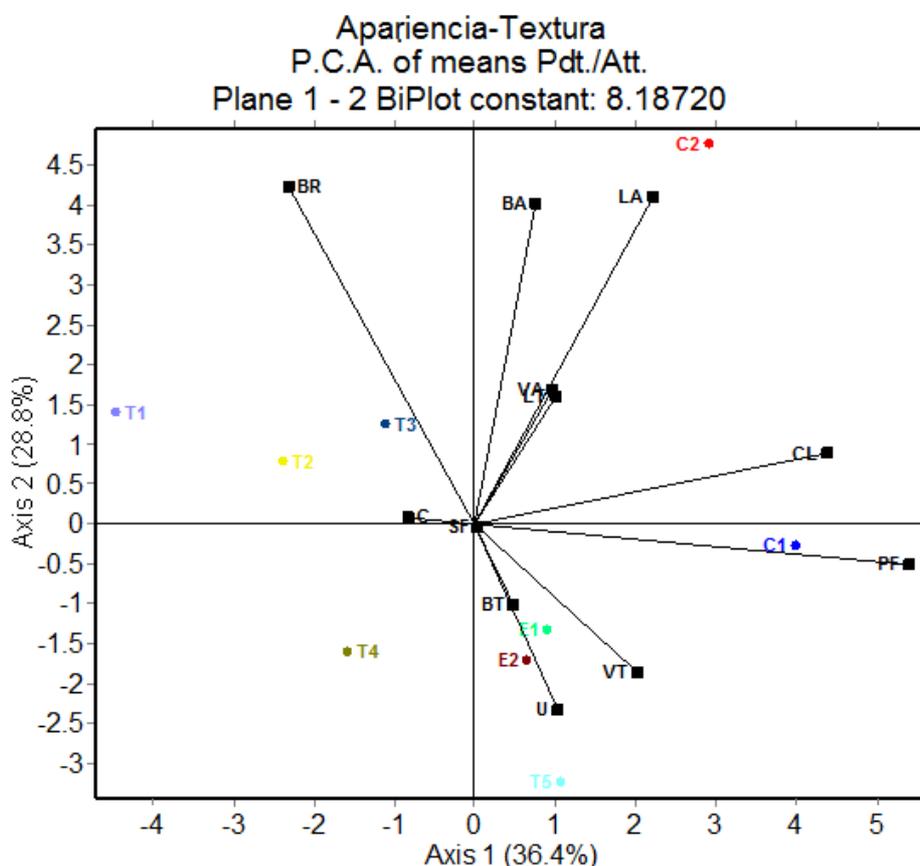


Gráfico 12. Gráfico de ACP para los atributos de apariencia y textura en Pulque.

En la tabla 43 se muestra la matriz de correlación de los atributos de olor y sabor del Pulque. Los valores sombreados indican que existe una correlación mayor o igual al 75% entre los atributos. En la matriz de correlación (tabla 43) para olor y sabor se observó que el atributo de agave (AGV), se correlaciona (0.76) con la nota acética (AC) lo cual indica que dependiendo del tipo de agave es la nota

acética que nos dará el pulque, el sabor ácido (ANF) se correlacionó positivamente con el sabor a alcohol (AF) (0.77), sabor amargo (BF) (0.86), sabor astringente (AST) (0.93) y negativamente con resabio amargo (BAN) (-0.82). Sabor amargo (BF) se correlacionó positivamente con astringente (AST) (0.92). Frescura (F) se correlacionó positivamente con aguamiel (MN) (0.79) y negativamente con resabio amargo (BAN) (-0.76).

Tabla 42. Matriz de correlación entre los atributos de olor y sabor de Pulque.

Variable	ACO	AO	FO	AGV	WD	BO	D	AC	CB	O	TN	ANF	AF	BF	AST	FF	MN	BAN	F	
ACO	1																			
AO	0.26	1																		
FO	-0.26	0.53	1																	
AGV	0.10	0.60	0.69	1																
WD	0.11	0.55	-0.23	0.00	1															
BO	0.43	0.46	0.53	0.59	-0.30	1														
D	-0.11	-0.06	-0.44	-0.29	0.73	-0.60	1													
AC	-0.11	0.40	0.73	0.76	-0.08	0.47	-0.19	1												
CB	0.50	0.53	-0.37	0.10	0.74	-0.14	0.30	-0.20	1											
O	0.41	0.43	-0.30	0.14	0.76	-0.30	0.57	-0.09	0.87	1										
TN	0.38	0.40	-0.33	-0.10	0.83	-0.34	0.64	-0.02	0.77	0.86	1									
ANF	-0.22	-0.05	0.67	0.30	-0.70	0.66	-0.59	0.50	-0.80	-0.79	-0.73	1								
AF	-0.55	-0.33	0.60	0.32	-0.73	0.19	-0.39	0.47	-0.85	-0.66	-0.75	0.77	1							
BF	-0.01	0.21	0.72	0.43	-0.62	0.73	-0.69	0.43	-0.49	-0.50	-0.56	0.86	0.62	1						
AST	-0.06	0.06	0.68	0.29	-0.61	0.66	-0.51	0.51	-0.67	-0.58	-0.50	0.93	0.68	0.92	1					
FF	-0.27	-0.10	0.16	0.46	-0.20	0.28	0.05	0.26	-0.26	-0.12	-0.43	0.35	0.50	0.31	0.25	1				
MN	-0.48	0.14	0.40	0.26	-0.11	0.22	-0.32	0.13	-0.33	-0.56	-0.58	0.34	0.30	0.11	0.03	0.17	1			
BAN	0.12	0.13	-0.50	-0.36	0.72	-0.64	0.69	-0.33	0.69	0.82	0.87	-0.82	-0.66	-0.61	-0.60	-0.33	-0.64	1		
F	-0.41	-0.22	0.30	0.39	-0.46	0.18	-0.42	0.26	-0.46	-0.58	-0.74	0.38	0.57	0.13	0.06	0.41	0.79	-0.76	1	

La tabla 44 presenta los resultados de análisis en componentes principales muestran los porcentajes de cada componente, se obtuvieron un total de 8 componentes principales de los 19 atributos evaluados por ACP. El primer componente (CP1) explica un 52.21% de la varianza original y el segundo componente (CP2) explica un 19.66%. Si observamos en la columna de acumulado el primer plano factorial (componente 1\* componente 2) explica un 71.87%.

Tabla 43. Correlación entre los atributos de olor y sabor en los pulques.

No. ACP	Valor Propio (Eigenvalues)	Valor de contribución (%)	Frecuencia acumulada (%)
1	9.169	52.21	52.21
2	3.453	19.66	71.87
3	1.983	11.29	83.17
4	1.223	6.97	90.13
5	0.803	4.57	94.70
6	0.497	2.83	97.54
7	0.302	1.72	99.26
8	0.131	0.74	100.00

Si se toma en cuenta como criterio de retención de componentes, aquellos cuyo valor propio (*Eigenvalue*) es superior a la unidad, el ACP considera a los primeros cuatro componentes (siendo un acumulado de 90.13% de la varianza original).

La tabla 45 presenta la matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos. Se observa que la primera columna (CP1) los coeficientes importantes son: olor fermentado (FO), olor a madera (WD), olor cocción brócoli (CB), olor aceitoso (O), olor atún (TN), acidez (ANF), sabor amargo (BF), astringente (AST), resabio amargo (BAN) y nota frescura (F). En la segunda columna (CP2): olor alcohol (AO), olor agave (AGV), olor amargo (BO) y nota acética (AC).

Tabla 44. Matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos.

Variable	Axis 1 (CP1)	Axis 2 (CP2)
	Valor Propio (Eigenvalues)	Valor Propio (Eigenvalues)
ACO	-0.056	-0.124
AO	-0.031	-0.447
FO	0.229	-0.328
AGV	0.129	-0.421
WD	-0.320	-0.272
BO	0.226	-0.341
D	-0.184	0.028
AC	0.135	-0.315
CB	-0.240	-0.214
O	-0.247	-0.212
TN	-0.326	-0.243
ANF	0.394	-0.058
AF	0.199	0.060
BF	0.247	-0.164
AST	0.224	-0.108
FF	0.039	-0.011
MN	0.174	0.025
BAN	-0.340	-0.036
F	0.208	0.112

En el análisis de componentes principales (ACP) (discriminantes) con los atributos de olor y sabor demostró que el componente principal CP1 explica un 52.2% de la variabilidad original de los datos y el CP2 un 19.7% (gráfico 13). En el 2º cuadrante (gráfico 13) se observa que nota alcohólica (AF), nota aguamiel (MN) y nota fresca (F) se correlacionan entre sí, en estas correlaciones podemos comprobar que la nota alcohólica se correlaciona con la sensación de fresca en la boca, así mismo estos atributos describen a los pulques: C1 y T2. En el 3º cuadrante se relacionan entre sí nota alcohólica (AO), nota ácida (ACO), nota madera (WD), nota brócoli cocido (CB), nota aceitoso (O), nota atún (TN) y resabio amargo (BAN) y describen al pulque T1. En el 4º cuadrante se relacionan entre sí los atributos de nota fermentado (FO), nota agave (AGV), nota amargo (BO), nota acética (AC), nota astringente (AST), amargo en sabor (BF) y ácido en sabor (ANF) y describen a los pulques E1, E2, T5, T3, T4 y T5 (gráfico 13).

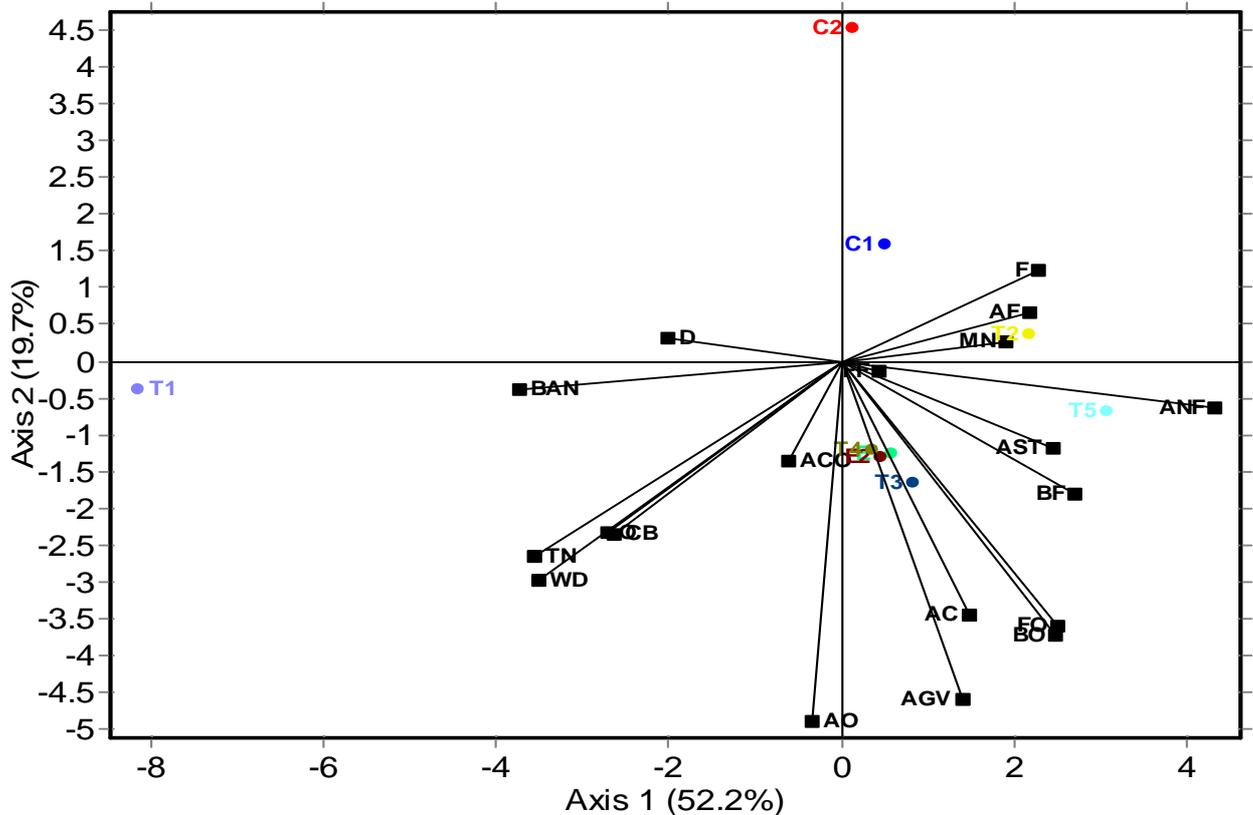


Gráfico 13. Representación gráfica de ACP para los atributos evaluados de olor y sabor en ADC.

#### Sensorial\*Instrumental

En la tabla 46 se muestra la matriz de correlación de los atributos de apariencia sensorial y color instrumental de las muestras de Pulque evaluadas. Los valores sombreados indican que existe una correlación mayor o igual al 75% entre los atributos. El atributo turbidez (CL) se correlaciona positivamente con hue ( $h^*$ ) (0.745),  $a^*$  se correlaciona positivamente con  $b^*$  (0.90) y croma ( $C^*$ ) (0.90) y negativamente con hue ( $h^*$ ) (-0.84);  $b^*$  se correlaciona positivamente con croma ( $C^*$ ) (0.99).

La tabla 47 muestra los porcentajes de cada componente, se obtuvieron un total de 6 componentes principales de los 10 atributos evaluados por ACP. El primer componente (CP1) explica un 90.17% de la varianza original y el segundo

componente (CP2) explica un 7.04%. Si observamos en la columna de acumulado el primer plano factorial (componente 1\* componente 2) explica un 97.21%.

Tabla 45. Matriz de correlación entre los atributos de apariencia y color instrumental de Pulque.

Variable	C	CL	LA	PF	BR	L*	a*	b*	C*	h°
C	1									
CL	0.00	1								
LA	0.51	0.01	1							
PF	0.13	0.25	-0.03	1						
BR	0.60	-0.46	0.40	-0.60	1					
L*	0.60	-0.12	0.52	0.73	0.04	1				
a*	-0.14	-0.72	-0.19	-0.61	0.56	-0.33	1			
b*	-0.52	-0.49	-0.35	-0.66	0.27	-0.62	0.90	1		
C*	-0.51	-0.50	-0.35	-0.66	0.28	-0.61	0.90	0.9999	1	
h°	-0.33	0.75	-0.01	0.44	-0.70	0.00	-0.84	-0.54	-0.55	1

Tabla 46. Correlación entre los atributos de apariencia y color instrumental en los pulques.

No. ACP	Valor Propio (Eigenvalues)	Valor de contribución (%)	Frecuencia acumulada (%)
1	127.71	90.17	90.17
2	9.97	7.04	97.21
3	2.73	1.93	99.14
4	0.70	0.49	99.63
5	0.38	0.27	99.89
6	0.15	0.11	100

Si se toma en cuenta como criterio de retención de componentes, aquellos cuyo valor propio (*Eigenvalue*) es superior a la unidad, el ACP considera a los primeros tres componentes (siendo un acumulado de 99.14% de la varianza original).

La tabla 48 presenta la matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos. Se observa que la primera columna (CP1) los coeficientes importantes es: L\*. En la segunda columna (CP2) son: turbidez (CL), brillo (BR), b\*, croma (C\*) y hue (h°).

Tabla 47. Matriz de correlación entre variables originales y componentes retenidos.

Variable	Axis 1 (CP1)	Axis 2 (CP2)
	Valor Propio (Eigenvalues)	Valor Propio (Eigenvalues)
C	0.0297	0.0115
CL	-0.0073	-0.2728
LA	0.0233	0.0129
PF	0.1086	-0.1957
BR	0.0019	0.2637
L*	0.9730	0.1810
a*	-0.0180	0.1551
b*	-0.1400	0.5355
C*	-0.1413	0.5521
h°	0.0055	-0.4112

En el análisis de correlación entre apariencia y color instrumental, (gráfico 14) muestra que los atributos de b\* y C\* se relacionan positivamente al igual que brillo (BR) con a\*, grueso (LA) y color © brillo (BR). El atributo de L\* describe a los pulques E2 y T3.

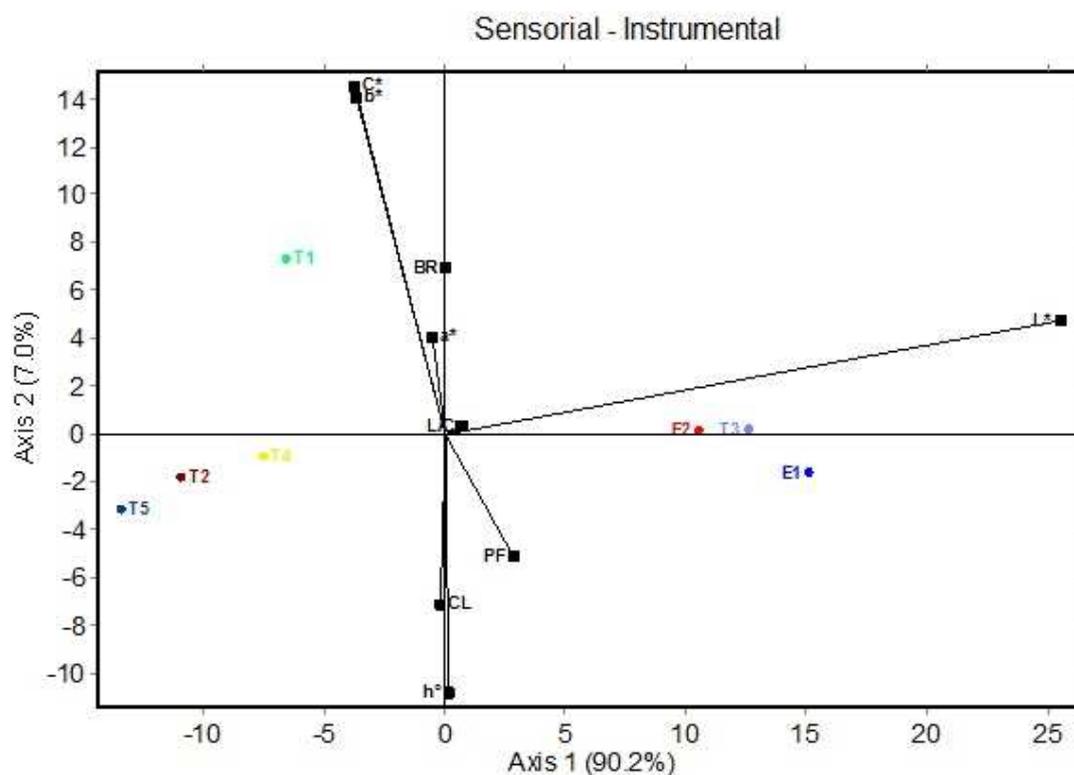


Gráfico 14. Gráfico de ACP para los atributos de sensorial-instrumental en Pulque

## 9 CONCLUSIONES

- ✓ Se logró establecer, definir y evaluar las características sensoriales del Pulque.
- ✓ Se logró entrenar a un panel en el uso de la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC), el cual fue conformado por 9 jueces, para la evaluación de Pulque, con edades de entre 20 y 27 años.
- ✓ Se generaron un total de 125 atributos en el Pulque, consiguiéndose reducir a 31 atributos. Estos se dividen en: 8 de apariencia, 11 de olor, 4 de textura y 8 de sabor. Los atributos fueron: burbujeante, color, viscosidad, turbidez, grumoso, precipitado, brillante y formación de hebra (apariencia); ácido, nota alcohólica, nota fermentado, agave, madera, amargo, nota láctea, nota acética, nota cocción a brócoli, aceitoso y atún (olor); viscosidad, burbujeante, uniformidad y grumosisidad (textura); ácido, nota alcohólica, amargo, astringente, nota fermentado, aguamiel, resabio amargo y nota fresca (sabor).
- ✓ De los 31 descriptores generados existe 1 que no permite establecer diferencias significativas entre las muestras de Pulque, éste es: nota a fresca (sabor).
- ✓ Se estableció que las diferencias entre las muestras evaluadas dependen del tipo de elaboración y del lugar de origen de las muestras, dado que todas las muestras fueron diferentes estadísticamente en 30 de los 31 atributos evaluados.
- ✓ Para apariencia se mostró que la muestra C1 presentó alta turbidez y formación de precipitado, C2 presentó mayor presencia de burbujas y grumosisidad, T1 mayor brillo y T5 mayor formación de hebra.
- ✓ Para olor E2 presentó mayor nota fermentado, T1 alto olor a madera, T3 alta nota alcohólica y T5 mayor olor a agave.
- ✓ En los atributos de textura T2 presentó mayor uniformidad y T5 mayor viscosidad.
- ✓ Para sabor C2 presentó mayor nota fermentado y fresca, T2 mayor nota ácida y T3 mayor nota a aguamiel.

- ✓ De acuerdo al ACP los principales atributos fueron turbidez (CL), grumoso (LA), burbujeante en apariencia (BA), brillante (BR), uniformidad (U), viscoso en textura (VT), precipitado (PF), resabio amargo (BAN), nota atún (TN), nota madera (WD), aceitoso (O), nota cocción brócoli (CB), nota alcohólica (AO), nota agave (AGV), nota acética (AC), olor amargo (BO), nota fermentado en olor (FO), amargo en sabor (BF), astringente (AST) y frescura (ANF).
- ✓ El entrenamiento de la metodología DTS permitió evaluar olor, sabor y textura en 4 de las 9 muestras estudiadas; evaluándose un total de 23 atributos.
- ✓ La metodología ADC describe los atributos del Pulque, sin embargo la metodología DTS permite conocer la sensación (atributo) dominante con respecto al tiempo después de beber la muestra.
- ✓ En la evaluación instrumental del color, se estableció que todas las muestras de pulque fueron diferentes significativamente en los parámetros evaluados ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h^\circ$  y  $C^*$ ).
- ✓ En las pruebas afectivas, se encontró que el nivel de agrado en el consumo del pulque no fue muy agradable ya que obtuvo valores que fueron de 3 (me disgusta) a 7 (me gusta). Las tres muestras que gustaron fueron PLQ C1, PLQ C3 y PLQ T5.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- 📖 Aldape, L. M., (2006). *Desarrollo de una metodología sensorial para evaluar la pungencia en la capsaicina y dihidrocapsaicina en solución*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- 📖 AMAI 2008 – REGLA 10X6
- 📖 Borgognone, M., Bussi, J. y Hough G., (2001). *Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix?*. Food Quality and Preference 12, 323–326.
- 📖 Campos, I., (2010). *Aislamiento e identificación de bacterias lácticas del pulque con capacidad probiótica*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- 📖 Carmona, R. P., (2008). *Perfil sensorial y círculo aromático del tequila*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- 📖 Castillo, I., (2011). *Léxico del Maguey, el Pulque y la Pulquería en Apan, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM
- 📖 Cervantes, M. y Pedroza, A. M., (2007). *El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman*. NOVA - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas 8, 135 – 146.
- 📖 Chambers IV, E. y Bowers, J., (1993). *Consumer perception of sensory of qualities in muscle foods*. Food Technology 11, 116-120.
- 📖 Chellapandian, M., Larios, C., Sanchez-Gonzalez, M. & Lopez-Munguia, A., (1998). *Production and properties of a dextransucrase from Leuconostoc mesenteroides IBT-PQ isolated from “pulque”, a traditional Aztec alcoholic beverage*. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology 21, 51 – 56.
- 📖 Cova, C., (2010). *Caracterización molecular de las cepas de Saccharomyces cerevisiae, aisladas de la fermentación del mezcal, pulque y tequila*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- 📖 Daban, M., (2002). *Barcelona en busca de los sentidos*. 1er encuentro internacional de Ciencias Sensoriales de la Percepción 2002.

- 🖨 Damasio, M. H. y Costell, E., (1991). Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología Alimentaria* 31(2): 165-177.
- 🖨 Escalante, A., Rodríguez, M. E., Martínez, A., López-Munguía, A., Bolívar, F. & Gosset, G., (2004). Characterization of bacterial diversity in *Pulque*, a traditional Mexican alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *Federation of European Microbiological Societies* 235 Pp. 273 – 279.
- 🖨 Escamilla, M. V., (2006). Evaluación instrumental de color en alimentos mexicanos tradicionales y de alto consumo, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. Pp. 2 – 15.
- 🖨 Escobedo, E., (2011). *Comparación de las características sensoriales, textura y color de zarzamoras silvestres y comerciales*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM.
- 🖨 Garnica, M. G., (2008). Las Cantinas y Pulquerías del Centro Histórico. Reportaje de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM. Pp. 3, 8 - 9.
- 🖨 Gómez-Aldapa, C. A., Díaz-Cruz, C. A., Villaruel-López, A., Torres-Vitela, M. R., Añorve-Morga, J., Rangel-Vargas, E., Cerna-Cortes, J. F., Viguera-Ramírez, J. G. & Castro-Rosas, J., (2011). Behavior of *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, and *Shigella flexneri* and *Shigella sonnei* during Production of Pulque, a Traditional Mexican Beverage. *Journal of Food Protection*. 74 (4) Pp. 580 – 587.
- 🖨 Guerrero, L., Romero, A. Gou, P., Aletá, N. y Arnau, J., (2000). Sensory profiles of different walnuts (*Juglans regia* L.) *Food Science and Technology International* 6(3): 207-216.
- 🖨 Hernández, M. A., (2007). Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. Pp. 190.
- 🖨 Howard, G., (1998). Evaluation of the sensory science discipline. *Food Technology*. 8(52).

-  Jardón, S. B., (2006). Estudio del efecto de la capsaicina en la textura en geles. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México.
-  Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A. & Bye, R. A., (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. UNAM, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp. 116. México, D. F.
-  Kemp, S. E., Hollowood, T., Hort, J., (2009). *Sensory Evaluation A practical Handbook*. Wiley.Blackwell. United Kingdom.
-  Lappe-Oliveras, P., Moreno-Terrazas, R., Arrizón-Gaviño, J., Herrera-Suárez, T., García-Mendoza, A. & Gschaedler-Mathis, A., (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled *Agave* beverages. *Federation of European Microbiological Societies* 8: 1037 – 1052.
-  Lawless, H. y Heymann, H., (1998). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. New York: Chapman & Hall, pp 430-601.
-  Lawless, H. y Heymann, H., (2010). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Springer, p 184.
-  León-Rodríguez, A., Escalante-Minakata, P., Jiménez-García, M. I., Ordoñez-Acevedo, L. G., Flores, J. L. & Barba, A. P., (2008). Characterization of Volatile Compounds from Ethnic *Agave* Alcoholic Beverages by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Food Technology Biotechnology* 46 (4) 448 – 455.
-  Lorenzo, A., (2007). *Las Haciendas Pulqueras de México*, México, UNAM, pp. 42 – 43.
-  Madigan, M., Martinko, J. y Parker, J., (2004). Brock. *Biología de los Microorganismos*. Pearson Educación, Madrid, España. 10<sup>a</sup> Edición. P. 371.
-  Montesinos, R., (2003). Especificación cromática de gamas de colores usadas en la industria del calzado, Trabajo de Investigación, Departamento Universitario de Óptica. Pp. 6-7.

-  Muñoz, A., (1999). Aspectos críticos en el Diseño de Pruebas con consumidores. *Memorias II Simposio Iberoamericano de Análisis Sensorial*, SENSIBER Universidad Iberoamericana, México. Pp. 71 – 88.
-  Murray, J. M., (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Ood Research International*. 34: 461 – 471.
-  NMX-V-037-1972. Pulque manejado a granel.
-  Piggott, J., Simpson, S. y Williams, S., (1998). Sensory analysis. *International Journal of Food Science* 33: 7-18.
-  Ramírez, A. F., Velasco, A., Onofre, B. L., Alemán, M. A., Rodríguez, N., Jiménez, P. A. & Ortega, U., (2012). Los recuerdos del porvenir. Las pulquerías de la Ciudad de México.
-  Romero, G. A., (1997). Selección de un panel de análisis descriptivo. Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
-  Saint-Eve, A., Déleris, I., Panouille, M., Dakowski, F., Cordelle, S., Schlich, P. y Souchon, I., (2011). How texture Influences Aroma Time in Candies. *Springer Science + Business Media* 4: 32-41.
-  Sancho, J., Bota, E., Castro, J. J., (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones Universitat de Barcelona. Pp. 45-55.
-  Schlegel, H. y Zaborosch, C., (1997). Microbiología General. OMEGA, Barcelona, España. 7ª Edición. Pp. 301 – 302.
-  Sierra, P., (2005). *El Maguey, El Pulque y sus Deidades*. Tesis de Maestría, UNAM-Posgrado en estudios Mesoamericanos. Pps. 14-15
-  Stone, H. Sidel, J. y Bloomquist J., (1980). *Quantitative Descriptive Analysis*. *Cereal Food World* 25. (10) 642:644.
-  Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey A. y Singleton, R., (1974). Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology* 28(11): 24-34.
-  Taylor, A. & Linforth, R., (2010). *Food Flavour Technology*. Wiley-black Well. USA. 2<sup>nd</sup> edition.

- 🖨 Thompson, J. Drake, M. A., Lopetcharat, K. & Yates M., (2004). Preference Mapping of Commercial Chocolate Milks. *Journal of Food Science* 69(9): 406-413.
- 🖨 Torres, I., (2010). Caracterización de polisacáridos de tipo glucana por dos cepas de *Leuconostoc citreum* aisladas del pulque, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM.
- 🖨 Torricella, M. R. G., Zamora, U. E. & Pulido, A. H., (2007). Evaluación sensorial, aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. Editorial Universitaria, “da. Edición La Habana. Pp. 137
- 🖨 Tovar, L., Olivos, M. & Gutierrez, M. E., (2008). *Pulque*, An Alcoholic Drink from Rural Mexico, Contains Phytase. It *in vitro* Effects on Corn Tortilla. *Plant Foods Human Nutrition* 63: 189 – 194.
- 🖨 Utrera, M., (2007) Queso Cotijja Auténtico: Estudio de la Relación de sus Características Sensoriales, Texturales y de Color. Tesis de Licenciatura. UNAM-Facultad de Química. Pp. 37.

## 11 ANEXOS

### Anexo 1. CUESTIONARIO PARA EVALUAR EL PERFIL SENSORIAL DEL PULQUE

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

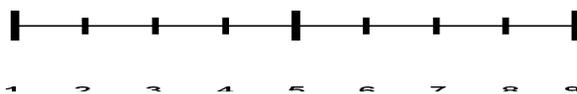
Fecha evaluación : \_\_\_\_\_

#### **Instrucciones:**

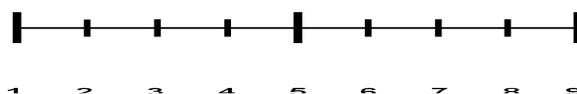
Ante usted se presenta una muestra de pulque. Evalúe de izquierda a derecha y de atrás hacia adelante los atributos que se presentan a continuación y compárelos con la referencia. Gracias.

#### ***Apariencia***

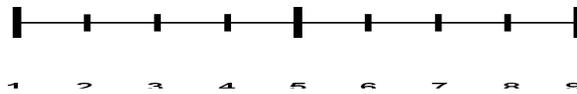
Burbujeante



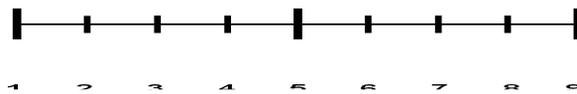
Color



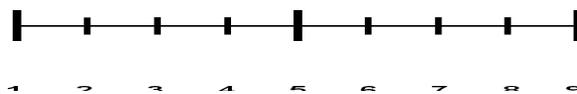
Turbidez



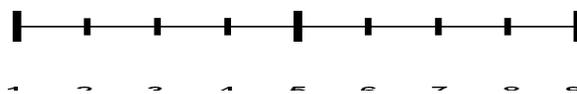
Viscoso



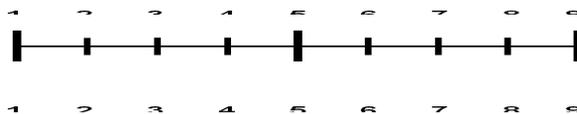
Grumoso



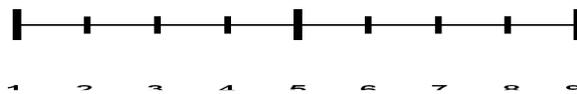
Precipitado



Brillante

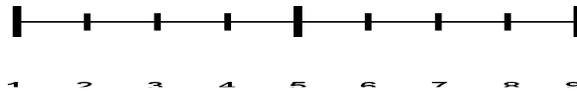


Formación de hebra

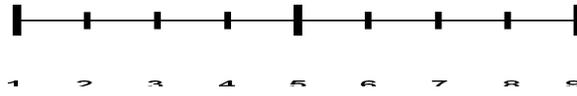


**Olor**

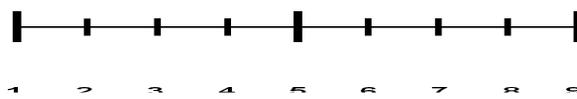
Ácido



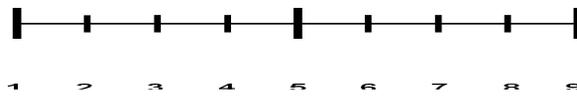
Nota alcohólica



Nota Fermentado



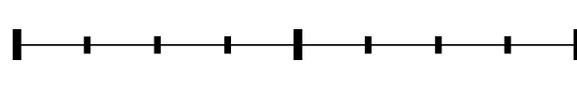
Agave



Madera



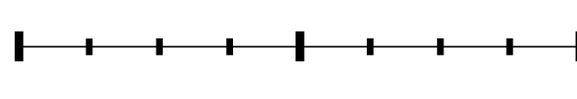
Amargo



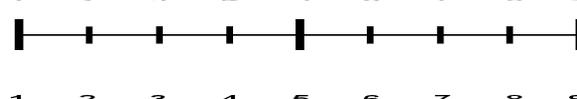
Nota láctea



Nota acética



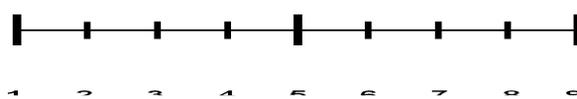
Nota brócoli cocido



Aceitoso

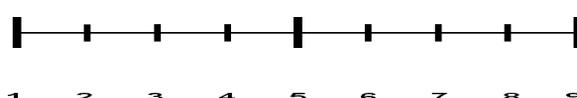


Atún

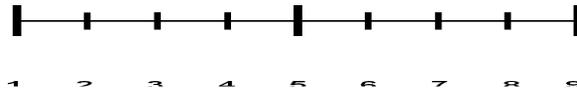


**Textura**

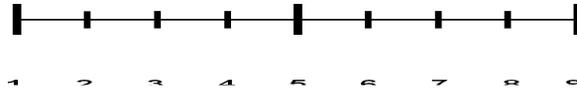
Viscosidad



Burbujeante



Uniformidad



Grumosidad

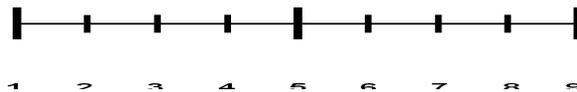


**Sabor**

**Instrucciones:**

Ante usted se presenta una muestra de pulque. Evalúe de izquierda a derecha atributos que se presentan a continuación y compárelos con la referencia. Enjuáguese entre cada referencia. Gracias.

Ácido



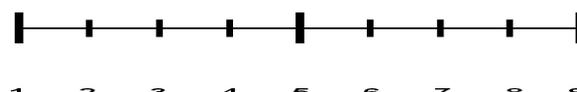
Nota alcohólica



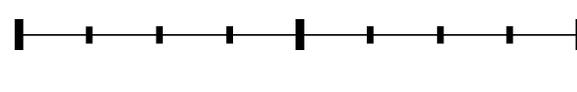
Amargo



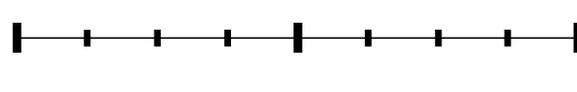
Astringente



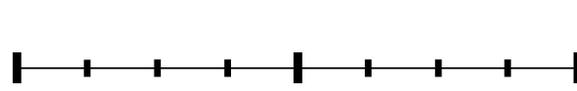
Nota fermentado



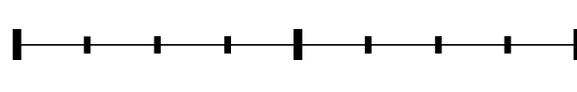
Aguamiel



Resabio Amargo



Nota Fresco



## Anexo 2. Ejemplo de Análisis Estadístico de Pulque (Olor Fermentado: FO)

Analysis: Attribute FO

Factor Product			
Level	Name	Mean	Std. Dev.
1	C1	4.81	1.16
2	C2	3.6	1.18
3	E1	5.66	1.19
4	E2	6.32	1.08
5	T1	2.8	0.89
6	T2	4.87	0.77
7	T3	5.79	1.48
8	T4	5.52	1.43
9	T5	4.91	0.99

### Analysis of variance

Sources of variation	D.F.	S.S.	M.S.	Comp. F	Proba.
Product	8	98.72	12.34	9.31	<0.0001 ***
Residuals	81	107.33	1.33		
Total	89	206.04			

\* significant at 5 %

\*\* significant at 1 %

\*\*\* significant at 0,1 %

L.S.D. at 5% on Factor Product Attribute FO

The difference between levels with same letter is not significant

L.S.D.: 1.02

### Comparison

Level	Mean	Groups
E2	6.32	A
T3	5.79	AB
E1	5.66	AB
T4	5.52	AB
T5	4.91	B
T2	4.87	B
C1	4.81	B
C2	3.6	C
T1	2.8	C

### Anexo 3. Cuestionario DTS

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

Fecha evaluación : \_\_\_\_\_

#### **Instrucciones:**

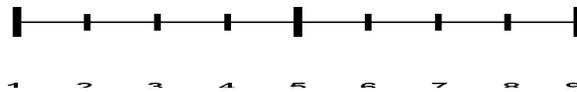
Antes de iniciar enjuague su boca.

Ante usted se presenta una muestra de pulque. Beba un poco, mantenga la muestra en su boca y deguste, elija de la lista de atributos presentados el que perciba al inicio de la evaluación y de clic al inicio de la escala para iniciar el conteo, evalúe la intensidad con la que se presenta cada uno de los atributos presentados.

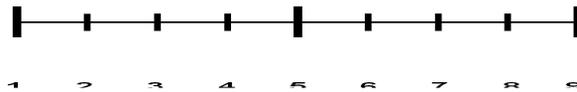
2:00

#### ***Textura***

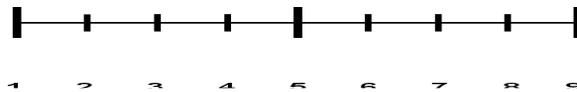
Viscosidad



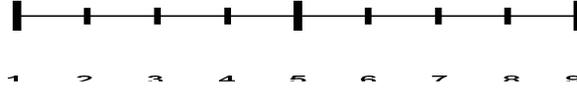
Burbujeante



Uniformidad



Grumosidad

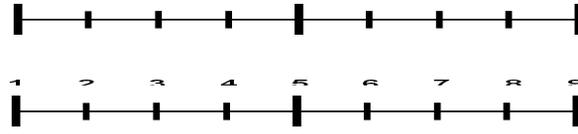


**Enjuague su boca**

0:20

2:00

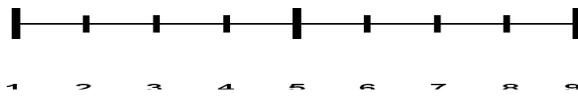
Ácido



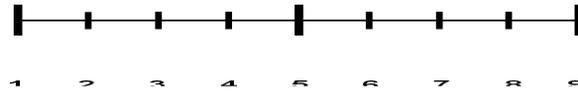
Nota alcohólica



Amargo



Astringente

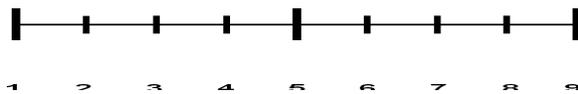


**Enjuague su boca**

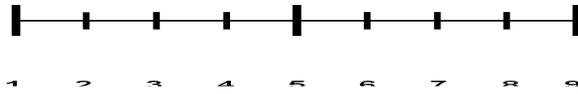
0:20

2:00

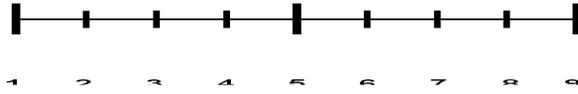
Nota fermentado



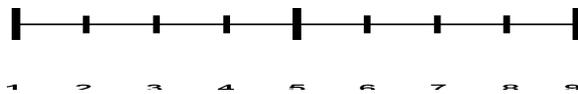
Aguamiel



Resabio Amargo



Nota Fresco



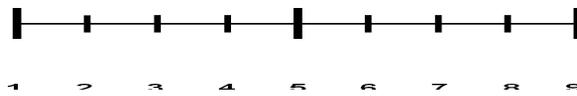
**Instrucciones:**

Ante usted se presenta una muestra de pulque. Huela la muestra y elija de la lista de atributos presentados el que perciba al inicio de la evaluación y de clic al inicio de la escala para iniciar el conteo, evalúe la intensidad con la que se presenta cada uno de los atributos presentados.

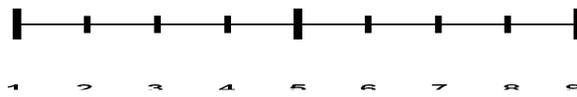
2:00

***Olor***

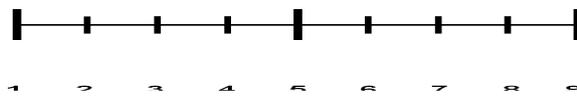
Ácido



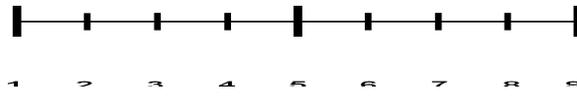
Nota alcohólica



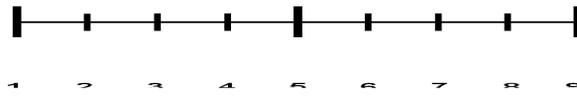
Nota Fermentado



Agave



Madera

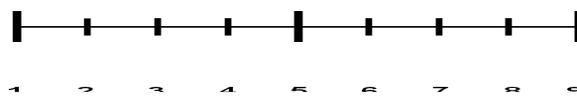


**Enjuague su boca**

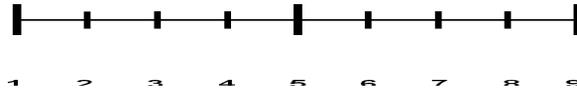
0:20

2:00

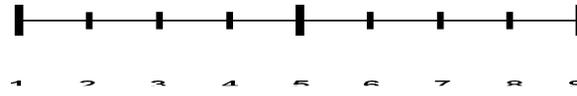
Amargo



Nota láctea



Nota acética

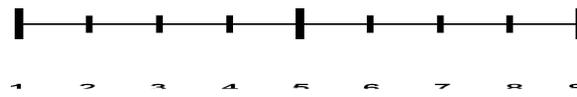


**Enjuague su boca**

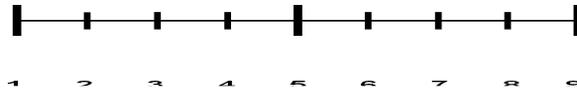
0:20

2:00

Nota brócoli cocido



Aceitoso



Atún

