



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**PERFIL SENSORIAL Y CÍRCULO AROMÁTICO DEL
TEQUILA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

ROSA PILAR CARMONA ESCUTIA



MEXICO, D.F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



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	MARÍA DE LOURDES GOMEZ RIOS
Vocal	DULCE MARIA GÓMEZ ANDRADE
Secretario	PATRICIA SEVERIANO PÉREZ
1er. Suplente	JOSE MENDOZA BALANZARIO
2º. Suplente	EDITH XIUTLALZIN BARRIOS LOPEZ

Sitio en donde se desarrolló el tema:

Laboratorio 4C, Edificio A, Facultad de Química,
Departamento de Alimentos y Biotecnología,
Ciudad Universitaria, UNAM

Para el Desarrollo de este Proyecto se contó con el apoyo del programa PAPIIME, (clave EN212304) para la adquisición del equipo “Colorímetro Minolta CM—3600d”

Dra. Patricia Severiano Pérez

Dra. Araceli Patricia Peña Álvarez

Rosa Pilar Carmona Escutia

DEDICATORIA

Esta tesis es el reflejo del esfuerzo que he realizado a lo largo de mis años de estudiante, principalmente de los últimos años que he pasado en esta gran institución UNAM y Facultad de Química.

Por lo que dedico este trabajo a las tres personas más importantes en mi vida: MAMÁ (Concepción Escutia), por apoyarme e impulsarme a superar mis metas, a mi PAPÁ (Miguel Carmona) por siempre anteponer mi felicidad y mis necesidades a las suyas, a SERGIO JIMÉNEZ por apoyarme y respaldarme desde el momento en que llegaste a mi vida.

MIL GRACIAS MAMÁ, PAPÁ Y SERGIO

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a DIOS Y A NUESTRO SEÑOR JESUCRISTO, por permitirme estar con vida y alcanzar esta meta personal así como tener a mi familia y seres queridos apoyándome en todo momento de mi vida.

Así mismo agradezco a esta gran institución educativa, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, UNAM, y a esta Facultad de Química por brindarme tanto conocimiento y enseñanza..... Mi Corazón Azul es y mi Piel Dorada.

AGRDEZCO profundamente a mi familia, MA, PA, ADRIANA, por brindarme su apoyo en todo sentido y sobre todo por CONFIAR en mi, GRACIAS por impulsarme a salir adelante y conseguir este pequeño sueño. GRACIAS a toda mi familia, Tía Paty, Abue Rosa y Rebeca, Martha, a Diana y Fabis me apoyaron mucho durante todos mis estudios.

*GRACIAS a SERGIO JIMÉNEZ (**EADMV**) por enseñarme tantas cosas, como nunca rendirme y trabajar y luchar por lo que quiero. GRACIAS por respaldarme y apoyarme en todo momento y tiempo, mil gracias por darme millones de momentos tan felices y esas horas de risas y pláticas, etc. HE SIDO TAN FELIZ CONTIGO (si, es canción AS), ERES Y SERAS PARTE DE MI (aunque no quieras), mil gracias por tu tiempo y esfuerzo invertido, para resumir GRACIAS POR TU AMISTAD Y CARIÑO BRINDADO.....**TE QUELLO MUCHISISISISMO.***

Así mismo le doy las GRACIAS a toda la Fam. Jiménez Batres, Paola, Brenda, Gaby, Sra. Mari y Sr. Mario, a Carlos Espinoza y su mami por abrirme las puertas de su casa en todo momento y considerarme parte de su familia.

GRACIAS a todos mis profesores , principalmente a PATY SEVERIANO, por brindarme su confianza, tiempo, esfuerzo y sobre todo su amistad, gracias por compartir parte de su conocimiento que tiene sobre el tema que es de nuestro gran interés, Análisis sensorial.

GRACIAS Kasha, Ana Laura, a los chicos que conocí durante mi estadía en el laboratorio de análisis sensorial como Mariana, Elí, Rocío, Gaby, Viví, Marce aprendí muchísimo de ustedes, pero sobre todo gracias por su amistad.

MIL GRACIAS Jess y Armando, por apoyarme todo el tiempo que duró este trabajo y de igual forma les agradezco por su esfuerzo y tiempo que invirtieron durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por brindarme su amistad.

INDICE

	Pág.
1 Introducción.....	2
2 Objetivos Generales.....	7
3 Objetivos particulares.....	7
4 Antecedentes.....	9
4.1 Denominación de origen.....	9
4.2 Historia y producción.....	12
4.3 Clasificación del tequila.....	13
4.4 Proceso de elaboración.....	15
4.5 Compuestos Aromáticos del tequila.....	18
4.6 Evaluación Sensorial.....	20
4.7 Color en bebidas.....	22
4.8 Estudios instrumentales y sensoriales realizados en el tequila.....	24
5 Hipótesis.....	28
6 Materiales y Métodos.....	30
6.1 Evaluación Sensorial.....	32
6.1.1 Preselección de catadores.....	32
6.1.2 Selección de catadores.....	37
6.1.3 Selección de muestras.....	37
6.1.4 Entrenamiento en el uso de la metodología QDA.....	41
6.2 Análisis Instrumental de color.....	48
6.2.1 Calibración del equipo.....	49
6.2.2 Preparación de la muestra.....	50
6.3 Círculo Aromático del tequila.....	51
6.4 Análisis Estadístico.....	53
7 Resultados.....	55
7.1 Análisis Sensorial.....	55
7.1.1 Preselección de catadores.....	55
7.1.2 Selección de catadores.....	58
7.1.3 Entrenamiento en el uso de la metodología QDA.....	60

	Pág.
7.1.3.1 Fase 1. Desarrollo de un lenguaje común.....	60
7.1.3.2 Fase 2. Selección de atributos y lenguaje común.....	63
7.1.3.3 Fase 3. Uso de escalas. Evaluación de diferentes muestras...	68
7.1.3.4 Fase 4. Calibración y comprobación del entrenamiento.....	71
7.1.4 Perfil sensorial del tequila.....	74
7.1.4.1 Tequilas añejos.....	74
7.1.4.2 Tequilas reposados.....	79
7.1.4.3 Tequilas blancos.....	89
7.1.4.4 Evaluación conjunta de tequilas añejos, blancos y reposados.	93
7.2 Análisis Instrumental de color.....	116
7.2.1 Tequilas añejos.....	116
7.2.2 Tequilas blancos.....	117
7.2.3 Tequilas reposados.....	117
7.2.4 Análisis conjunto con los promedios de los tres tipos de tequila.....	118
7.3 Circulo aromático del tequila.....	120
8 Conclusiones.....	123
9 Bibliografía.....	126
10 Anexos.....	129
Anexo I Cuestionario de generación de descriptores.....	130
Anexo II Cuestionario para evaluar el perfil sensorial del tequila.....	131
Anexo III Cuestionario para elaborar el círculo aromático del tequila.....	135
Anexo IV Ejemplo del Análisis estadístico en tequila añejo (olor herbal).....	136
Anexo V Ejemplo de Análisis estadístico en tequila reposado (olor frutal).....	138
Anexo VI Ejemplo de Análisis estadístico en tequila blanco (quemante).....	141

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Algunos Municipios que comprenden la denominación de origen Tequila.....	11
Tabla 2 Tipos de pruebas que conforman las pruebas analíticas y afectivas.....	20
Tabla 3 Aromas relacionados con algunos de los componentes obtenidos en tequila por AED.....	27
Tabla 4 Concentraciones utilizadas para realizar las pruebas de umbral de los 4 gustos básicos.....	33
Tabla 5 Lista de olores usados para la realización de las pruebas de reconocimiento y memoria.....	34
Tabla 6 Tipo de muestras y marcas utilizadas para las pruebas triangulares.....	35
Tabla 7 Muestras empleada para la evaluación sensorial e instrumental.....	36
Tabla 8 Tequilas de los municipios de Jalisco.....	38
Tabla 9 Muestras utilizadas para la generación de atributos.....	41
Tabla 10 Concentraciones de estándares usados para la generación de atributos...	42
Tabla 11 Definición de atributos evaluados del tequila para obtener su perfil sensorial.....	43
Tabla 12 Datos de las muestras usadas para preparación de los estándares, así como intensidad del atributo que representan.....	45
Tabla 13 Muestras de Tequilas usada evaluadas en la fase 3.....	47
Tabla 14 Concentraciones de las soluciones empleadas para la fase 4.....	48
Tabla 15 Condiciones del colorímetro Minolta 3600 para determinar color en Tequila.....	50
Tabla 16 Componentes químicos y concentraciones utilizadas para desarrollar el círculo aromático.....	52
Tabla 17 Atributos seleccionados inicialmente.....	66
Tabla 18 Valores generados en aspecto en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.....	66
Tabla 19 Valores generados en olor en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.....	67
Tabla 20 Valores generados en sabor en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.....	67

	Pág.
Tabla 21 Valores generados en otras sensaciones en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.....	67
Tabla 22 Atributos finales seleccionados evaluados en el tequila.....	68
Tabla 23 Porcentaje de aciertos en prueba de ordenación de gustos básicos.....	69
Tabla 24 Diferencias en los coeficientes de variación a través del entrenamiento realizado.....	70
Tabla 25 Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas añejos.....	75
Tabla 26 Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas añejos.....	76
Tabla 27 Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas añejos.....	77
Tabla 28 Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas añejos.....	78
Tabla 29 Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas reposados.....	80
Tabla 30 Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas reposados.....	82
Tabla 31 Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas reposados....	84
Tabla 32 Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas reposados.....	87
Tabla 33 Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas blancos.....	89
Tabla 34 Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas blancos.....	90
Tabla 35 Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas blancos.....	91
Tabla 36 Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas blancos.....	92
Tabla 37 Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de ASPECTO.....	113
Tabla 38 Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de OLOR	114
Tabla 39 Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de SABOR.....	114
Tabla 40 Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de OTRAS SENSACIONES.....	115
Tabla 41 Valores estadísticos obtenidos en los diferentes atributos de color en los tres diferentes tipos de tequilas.....	119

	Pág.
Tabla 42 Aromas con los que contribuyen algunos compuestos químicos.....	121
Tabla 43 Sabores con los que contribuyen algunos compuestos químicos.....	121

INDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1 Producción total de tequila y tequila 100%. Volúmenes expresados a 40 % alcohol vol. Millones de litros.....	13
Gráfica 2 Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto salado.....	56
Gráfica 3 Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto acido.....	56
Gráfica 4 Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto dulce.....	56
Gráfica 5 Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto amargo.....	56
Gráfica 6 Porcentaje de reconocimiento de olores.....	57
Gráfica 7 Porcentaje de identificación en memoria olfativa.....	57
Gráfica 8 Porcentaje de aciertos obtenidos de los 5 productos evaluados en las pruebas discriminativas.....	58
Gráfica 9 Atributos generados con mayor frecuencia para aspecto.....	60
Gráfica 10 Atributos generados con mayor frecuencia en olor.....	61
Gráfica 11 Atributos generados con mayor frecuencia en sabor.....	61
Gráfica 12 Atributos generados con mayor frecuencia en otras sensaciones.....	62
Gráfica 13 Numero de atributos generados en fase 1.....	62
Gráfica 14 Atributos de olor generados con uso de estándares en tequila y solución de etanol.....	63
Gráfica 15 Atributos de sabor generados con uso de estándares en tequila y solución de etanol.....	64
Gráfica 16 Atributos de aspecto generados con uso de estándares en tequila.....	64
Gráfica 17 Atributos de sensaciones generados con estándares en tequila y solución de etanol.....	65
Gráfica 18 Diferencias de los CV de atributos de aspecto durante las evaluaciones realizadas.....	71
Gráfica 19 Diferencias de los CV de atributos de olor durante las evaluaciones realizadas.....	72
Gráfica 20 Diferencias de los CV de atributos de sabor durante las evaluaciones realizadas.....	72
Gráfica 21 Diferencias de los CV de atributos de otras sensaciones durante las evaluaciones realizadas.....	73
Gráfica 22 Atributos de aspecto en tequilas añejos.....	75
Gráfica 23 Atributos de olor en tequilas añejos.....	76

	Pág.
Gráfica 24 Atributos de sabor en tequilas añejos.....	77
Gráfica 25 Atributos de otras sensaciones en tequilas añejos.....	78
Gráfica 26 Atributos de aspecto en tequilas reposados.....	81
Gráfica 27 Atributos de olor en tequilas reposados.....	83
Gráfica 28 Atributos de sabor en tequilas reposados.....	86
Gráfica 29 Atributos de otras sensaciones en tequilas reposados.....	88
Gráfica 30 Atributos de aspecto en tequilas blancos.....	89
Gráfica 31 Atributos de olor en tequilas blancos.....	90
Gráfica 32 Atributos de sabor en tequilas blancos.....	91
Gráfica 33 Atributos de otras sensaciones en tequilas blancos.....	92
Gráfica 34 Atributo de color en los tres tipos de tequila.....	93
Gráfica 35 Atributo de formación de película en los tres tipos de tequila.....	94
Gráfica 36 Atributo de lagrimeo en los tres tipos de tequila.....	95
Gráfica 37 Atributo de aceitosos en los tres tipos de tequila.....	95
Gráfica 38 Atributo de olor a etanol en los tres tipos de tequila.....	96
Gráfica 39 Atributo de olor a dulce en los tres tipos de tequila.....	97
Gráfica 40 Atributo de olor a cítrico en los tres tipos de tequila.....	97
Gráfica 41 Atributo de olor frutal en los tres tipos de tequila.....	98
Gráfica 42 Atributo de olor a madera en los tres tipos de tequila.....	99
Gráfica 43 Atributo de olor herbal en los tres tipos de tequila.....	100
Gráfica 44 Atributo de olor agave en los tres tipos de tequila.....	101
Gráfica 45 Atributo de olor floral en los tres tipos de tequila.....	102
Gráfica 46 Atributo de olor almendrado en los tres tipos de tequila.....	103
Gráfica 47 Atributo de sabor a etanol en los tres tipos de tequila.....	104
Gráfica 48 Atributo de sabor ácido en los tres tipos de tequila.....	104
Gráfica 49 Atributo de sabor amargo en los tres tipos de tequila.....	105
Gráfica 50 Atributo de sabor seco en los tres tipos de tequila.....	106
Gráfica 51 Atributo de sabor a madera en los tres tipos de tequila.....	107
Gráfica 52 Atributo de sabor dulce en los tres tipos de tequila.....	107
Gráfica 53 Atributo de sabor a clavo en los tres tipos de tequila.....	108
Gráfica 54 Atributo de sabor agave en los tres tipos de tequila.....	109
Gráfica 55 Atributo de sabor frescura en los tres tipos de tequila.....	110

	Pág.
Gráfica 56 Atributo de sensación quemante en los tres tipos de tequila.....	110
Gráfica 57 Atributo de sensación astringente en los tres tipos de tequila.....	111
Gráfica 58 Atributo de resabio amargo en los tres tipos de tequila.....	112
Gráfica 59 Atributo de adormecimiento en los tres tipos de tequila.....	113
Gráfica 60 Análisis instrumental de color en tequilas añejos.....	116
Gráfica 61 Análisis instrumental de color en tequilas blancos.....	117
Gráfica 62 Análisis instrumental de color en tequilas reposados.....	118
Gráfica 63 Valores promedios de los atributos de color del sistema CIELab en los diferentes tequilas.....	120

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estados donde se produce A. tequilana Weber variedad azul, protegidos por la denominación de origen.....	10
Figura 2 Diagrama de proceso de elaboración del Tequila.....	15
Figura 3 Representación gráfica de las Coordenadas L*a*b.....	24
Figura 4 Diagrama de la metodología empleada en al elaboración del perfil sensorial y circulo aromático del tequila.....	30
Figura 5 Imagen de los tubos utilizados en reconocimiento de olores y memoria olfativa.....	33
Figura 6 Muestras de Tequila evaluadas.....	37
Figura 7 Descripción ilustrativa para la preparación de las muestras a evaluar....	40
Figura 8 Representación de la escala utilizada para la evaluación de cada atributo.....	46
Figura 9 Área del colorímetro donde se evalúan los sólidos.....	49
Figura 10 Área del colorímetro donde se evalúan los líquidos.....	49
Figura 11 Partes utilizadas para la calibración del colorímetro.....	50
Figura 12 Vista lateral de la celda en el colorímetro.....	51
Figura 13 Vista superior de la celda en el colorímetro.....	51
Figura 14 Anclaje realizado de la escala.....	70

1

INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La palabra “*tequila*” proviene del náhuatl: tequillan “lugar de los que pagan tributo o de los que trabajan”; por su raíz “téquitl”, tributo o “tequíotl”, trabajo. Cuenta la leyenda que algunos indios nahuatlecas que habitaban en lo que hoy es Jalisco, comenzaron a cocer los agaves en hornos bajo tierra, de los que después de macerarlos con piedras y fermentarlos con agua obtenían un licor fuerte muy apreciado por ellos. Con la llegada de los españoles, el jugo fermentado del agave se destilaba en aparatos de cobre, obteniendo un aguardiente espeso que fue del gusto de los conquistadores. En la época prehispánica, esta bebida alcohólica fue conocida como elixir divino por creer que fue un regalo de los dioses para llevar a las ofrendas y después como Vino Mezcal en la época colonial. Durante su gobierno, Porfirio Díaz, se encontraba en fiestas de promociones en San Antonio Texas, y se le ocurrió llevar el vino mezcal, pero él lo nombro vino tequila, por su procedencia regional. Al regresar se le comenzó a llamar vino tequila, nombre que con el paso del tiempo se redujo a tequila en las grandes haciendas.

El tequila es una bebida alcohólica 100 % mexicana, ya que desde el 9 de Diciembre de 1974, es un producto protegido por la Denominación de Origen (DO). El término Denominación de Origen significa que sólo puede ser denominado como tal, en éste caso Tequila, un producto con un origen geográfico y materias primas particulares. La legislación mexicana señala que el tequila sólo puede ser producido a partir de la especie de agave Tequilana Weber variedad azul. Desde 1974 la DO ha sufrido varias modificaciones, en los años 1977, 1999 y la última modificación fue la realizada en 26 de Junio del 2000. En esta se establece el área geográfica que comprende la DO del tequila, ésta queda comprendida por 180 municipios, de 5 estados, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Michoacán y Tamaulipas.

Existen muchos ejemplos de bebidas alcohólicas con denominación de origen, tal es el caso del Cognac, Del Jerez, del Oporto (Álvarez de la Cuadra, 1996).

El tequila se define de acuerdo a la NOM 006- SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones: “Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de agave previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidos a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido por otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49%, en la inteligencia de que no están permitidas las mezclas en frío. El tequila es un líquido que, de acuerdo a su tipo, es incoloro o amarillento cuando es madurado en recipientes de madera de roble o encino, o cuando se aboque sin madurarlo”.

El proceso de elaboración del tequila, de forma general consta de 8 operaciones básicas:

a) siembra de Agave Tequilana Weber de la variedad azul, se utiliza esta variedad debido a las propiedades de esta especie, entre las más relevantes se puede mencionar su resistencia y adaptación a las condiciones climáticas de la región, produce una mayor cantidad de azúcares y tiene un menor tiempo de cosecha, b) cosecha, en donde solo se utiliza la parte central de la planta, “piña”, proceso conocido generalmente como “jima”, c) cocimiento de las piñas, donde su objetivo principal es solubilizar e hidrolizar la inulina que contiene el agave, d) molienda, proceso en el cual se extraen los azúcares hidrolizados, para la elaboración de los mostos de fermentación, e) fermentación, etapa en la cuál se produce el alcohol, por lo que es una de las etapas críticas durante el proceso de fabricación, además se desarrollan otros compuestos organolépticos característicos del tequila, f) destilación, es otra etapa crítica, en esta se concentra el alcohol producido en la fermentación hasta un porcentaje de 55 %, esta etapa determina la presencia de algunas de las notas aromáticas que presentará el tequila, g) dilución, el tequila al 55 % se diluye con agua desionizada hasta una concentración de 38 ° a 42 °GL, h) reposado, etapa que solo se aplica a los tequilas reposados y añejos, se realiza en barricas de roble o encino, el tiempo varia, dependiendo el tipo de tequila.

Las características sensoriales que presentan los productos alimenticios juegan un papel importante durante la elección de los mismos por el consumidor. El atributo

sensorial que perciben primero los consumidores es el color. El color en los tequilas contribuye a sus cualidades organolépticas y es uno de los aspectos más importantes, el color en esta bebida alcohólica es una consecuencia de los factores que concurren en el proceso de elaboración, influyendo la materia prima, sistemas de elaboración y técnicas de conservación, otro atributo distintivo e importante es el aroma, o conjunto de sensaciones provocadas por las moléculas volátiles de los alimentos llegan a la mucosa olfativa por vía retronasal, juega un papel importante en la elección de los alimentos. Para su caracterización, no sólo es importante determinar cuales son las moléculas constitutivas de su aroma característico, sino también el realizar un cuidadoso estudio sensorial que nos permita conocer cuáles son las relaciones existentes entre las sensaciones percibidas y la composición aromática que se obtiene químicamente (González-Rodríguez, 1994).

En los últimos 11 años, de 1995 a 2006 la producción total de tequila se ha duplicado, ya que en 1995 se contaba con una producción de 85.7 millones de litros, y para el 2006 la producción aumento a 205 millones de litros, siendo la producción del tequila 100 % (se elabora únicamente con azúcares de agave Tequilana weber de la variedad azul) la que aumento en mayor medida ya que paso de 11.7 a 70 millones de litros en el mismo tiempo.

Actualmente, existen varios trabajos publicados, cuyos estudios se enfocan en las características sensoriales de diversas bebidas alcohólicas, como el vino y también el whisky, vodka y cerveza, sin embargo son pocas las publicaciones que se enfocan a las características sensoriales que se tienen en las bebidas típicas mexicanas

Entre los estudios instrumentales-sensoriales que se han realizado en el tequila, el más importante es el reportado por Benn y Peppard (1996). En este estudio se identificaron más de 174 componentes en el tequila y más de 60 olores de los cuales solo 30 se correlacionaron con alguno de los 174 componentes. Solo cinco componentes químicos determinaron el sabor y olor característico de la bebida, estos fueron el isovaleraldehído, alcohol isoamílico, β -damascenona, 2-feniletanol y vainillina, los sabores con los que se correlacionan son, respectivamente, chocolate, frutal, madera, floral y dulce.

Además de los estudios de las características del tequila, esta industria también se ha enfocado a resolver problemáticas como es la adulteración de esta bebida; por ello en el Grupo de Propiedades Óptica de la Materia del Centro de Investigaciones en Óptica se desarrolló una prueba rápida, confiable y susceptible de realizarse in situ para detectar adulteración. Para ello se realizó una serie de experimentos con técnicas espectroscópicas, las cuales permiten conocer de qué manera se modifica la composición de la luz cuando ésta se le hace interaccionar con el tequila. En este estudio se usó una fuente de luz cuyo espectro incluía tres regiones: ultra-violeta, visible e infrarrojo (UV, VIS e IR). Se detectó que los espectros de los tequilas adulterados existe una pequeña banda de absorción, entre 410 y 500.

Debido a la creciente demanda en el consumo de esta bebida, los investigadores de diversas partes del mundo se han interesado en el estudio de la misma, sin embargo las evaluaciones realizadas son principalmente instrumentales, encontrándose pocas referencias de estudios sensoriales; por ello es necesario realizar el perfil sensorial de distintas muestras comerciales de tequila empleando la metodología del QDA, la cual permitirá identificar, definir y medir los atributos que son característicos en esta bebida alcohólica, que permitirá diferenciar esta bebida de otras bebidas alcohólicas nacionales, como es el mezcal, o internacionales como el vodka y whisky, entre otros.

2 y 3

OBJETIVOS

2.- OBJETIVOS GENERALES

- Establecer, definir y evaluar las características sensoriales de aspecto, olor, sabor y sensaciones percibidas en el tequila, las cuales serán evaluadas por un grupo de jueces entrenados, obteniendo de esta forma un perfil sensorial de esta bebida alcohólica.
- Relacionar los componentes químicos obtenidos por perfil cromatográfico (gases) con las notas aromáticas del perfil sensorial del tequila.

3.- OBJETIVOS PARTICULARES

- Seleccionar y entrenar a un grupo de jueces para integrar un panel entrenado para la evaluación del Tequila.
- Generar y definir los atributos sensoriales característicos del tequila, mediante un análisis descriptivo, usando como metodología un QDA.
- Cuantificar y diferenciar las características sensoriales de tres diferentes tipos de tequilas, blanco, reposado y añejo.

4

ANTECEDENTES

4.- ANTECEDENTES



El tequila se define de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 006- SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones:

“Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de agave previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y

sometidos a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido por otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49%, en la inteligencia de que no están permitidas las mezclas en frío. El tequila es un líquido que, de acuerdo a su tipo, es incoloro o amarillento cuando es madurado en recipientes de madera de roble o encino, o cuando se aboque sin madurarlo”.

Entre las variedades del A. tequilana Weber se encuentran “azul”, “azul listado”, “sigüin”, “moraleño”, “chato” o “sahuayo”, “bermejo”, “zopilote”, “pata de mula” o “criollo”, y “mano larga”. La variedad “azul” es la preferida desde hace mucho debido a que esta variedad tiene un corto período de vida, y sobre todo por la capacidad de acumular altas cantidad de fructanos (inulina) (Gil-Vega,K., Díaz, C., 2006). Lo característico de esta clase es una pigmentación azul, lo cual la hace diferenciarse de las demás especies presentes en la región; además de que las piñas o cabezas llegan a pesar 120 kg. Entre las características que en general la hacen el más apto para producir tequila se encuentran: a) tiene mayor resistencia y adaptación a las condiciones climáticas propias de la región, b) produce una mayor cantidad de azúcares, c) el tiempo de cosecha es menor en comparación con las demás especies.

4.1 DENOMINACIÓN DE ORIGEN

El término de Denominación de Origen se vincula a tradiciones culturales, arraigadas en los países que han desarrollado y perfeccionado la fabricación de un producto propio de su región. Denominación de origen significa que sólo puede ser denominado como tal, un producto con un origen geográfico y materias primas particulares. La legislación

mexicana señala que el Tequila sólo puede ser producido a partir de la especie de agave Tequilana Weber variedad azul. (Álvarez de la Cuadra, 1996)

El 9 de diciembre de 1974, se publicó en el "Diario Oficial" de la Federación la resolución del 22 de noviembre de 1974 de la entonces Secretaría de Industria y Comercio, por la cual se otorgó la protección a la denominación de origen tequila estableciendo un territorio de denominación de origen, TDO para esa bebida; habiendo sufrido modificaciones el 13 de octubre de 1977, el 3 de noviembre de 1999, y el 26 de junio de 2000, actualmente comprenden 180 municipios de cinco estados de la república mexicana (ver figura 1 y tabla 1)

- todos los municipios del Estado de Jalisco, es decir 124,
- 8 municipios de Nayarit,
- 7 municipios de Guanajuato,
- 30 municipios de Michoacán y
- 11 municipios de Tamaulipas

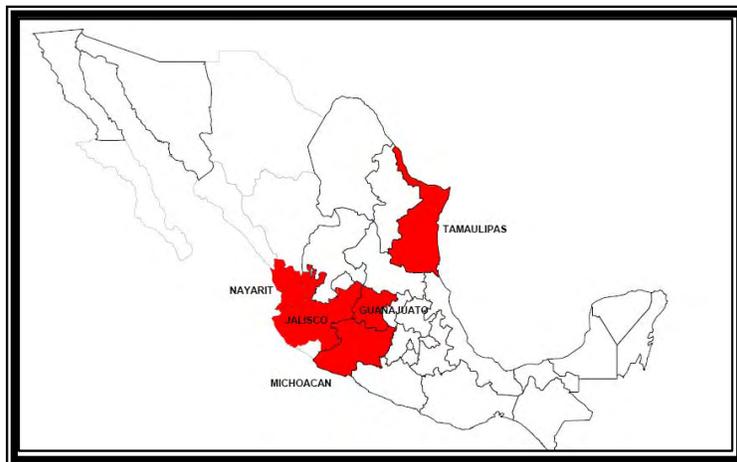


Figura 1. Estados donde se produce *A. tequilana* Weber variedad azul, protegidos por la denominación de origen.

Tabla 1. Algunos Municipios que comprenden la denominación de origen Tequila.

Guanajuato	Michoacán
Abasolo	Briseñas de Matamoros
Ciudad Manuel Doblado	Cabinda
Cuerámara	Chilcota
Huanímara	Churintzio
Penjamo	Cotija
Purísima del Rincón	Ecuandureo
Nayarit	Jacona
Ahuacatlán de Cañas	Jiquilpan
Ixtlán	Maravatio
Jala	Nuevo Parangaricutiro
Jalisco	Numarán
San Pedro Lagunillas	Pajacuarán
Santa María del Oro	Peribán
Tepic	La Piedad Régules
Tamaulipas	Los Reyes
Aldama	Azuayo
Altamira	Tancítaro
Gómez Farías	Tangamandapio
González	Tangancícuaro
Llera	Tanhuato
Mante	Tinguindin
Nuevo Morelos	Tocumbo
Ocampo	Venustiano Carranza
Tula	Villamar
Xicotèncatl	Vistahermosa
Jalisco	Yurécuaro
Todos los Municipios	Zamora
	Zináparo

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, como titular de la Denominación de Origen Tequila y principal interesado en preservar la calidad y autenticidad de la bebida nacional, patrimonio de nuestro país, tuvo a bien en 1994 dejar en manos de la iniciativa privada el resguardo y desarrollo del tequila. El Consejo Regulador del Tequila es el que establece los mecanismos de control, calidad y supervisión que garantizan esa originalidad.

Hoy en día el modelo de Denominación de Origen se ha adoptado en otras bebidas alcohólicas 100% mexicanas como el Sotol, Bacanora y Mezcal, bebidas también hechas con agave de distintas características al Agave Tequilana Weber variedad azul, cuyo sabor y procesos son diferentes.

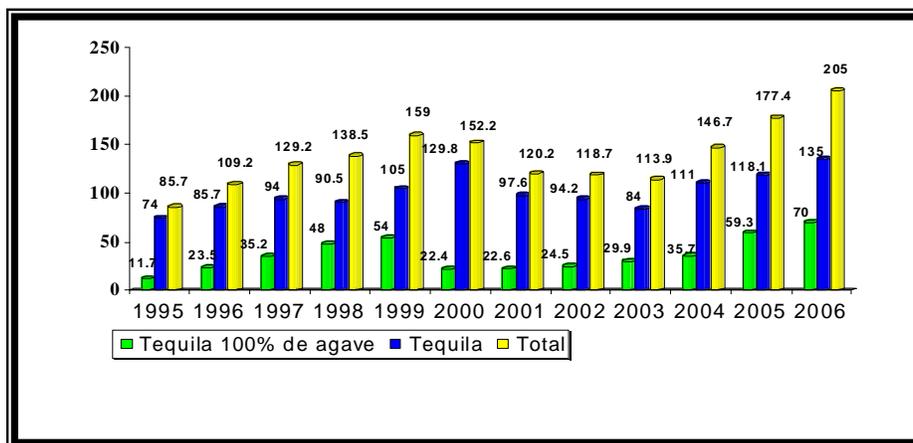
4.2 HISTORIA Y PRODUCCIÓN

Cuenta la leyenda que algunos indios nahuatlacas que habitaban en lo que hoy es Jalisco, comenzaron a cocer los agaves en hornos bajo tierra, de los que después de macerarlos con piedras y fermentarlos con agua obtenían un licor fuerte muy apreciado por ellos.

En 1795, José- María Guadalupe Cuervo recibió del rey de España la primera concesión para producir tequila. En la primera mitad del siglo XIX, José María Castañeda, estableció la fábrica de vino mezcal “La Antigua Cruz” (posteriormente llamada La Perseverancia), la cual fue adquirida en 1873 por Cenobio Sauza, quien ese año inició la exportación a Estados Unidos. Para 1889 la fabricación del tequila en Jalisco ya se había convertido en una de las principales industrias, existiendo en ese año 36 fábricas. Cuenta la leyenda que en una de esas fiestas de promoción de productos mexicanos organizada por el Gobierno de Porfirio Díaz a San Antonio, Texas, antes territorio de México, se le ocurrió llevar el vino de mezcal y nombrarlo vino tequila por su procedencia regional. Al regresar comenzaron a llamar a la bebida mexicana vino tequila, nombre que con el paso del tiempo se redujo a tequila en las grandes haciendas.

En el siglo XX, en la década de los cincuenta, dos empresas se perfilaron como las líderes: Cuervo y Sauza, destilándose el 90 por ciento del tequila producido en dicho estado en el municipio de Tequila, donde en 1930 había ocho destilerías y en 1954 se incrementaron hasta quince (Macías, 2001).

En los últimos 11 años, de 1995 a 2006 la producción total de tequila se ha duplicado, ya que en 1995 se contaba con una producción de 85.7 millones de litros, y para el 2006 la producción aumento a 205 millones de litros, siendo la producción del tequila 100 %, la que aumento en mayor medida ya que paso de 11.7 a 70 millones de litros en el mismo tiempo. (CRT, 2007)



Gráfica 1. Producción total de tequila y tequila 100%. Volúmenes expresados a 40 % alc. vol. Millones de litros.

4.3 CLASIFICACIÓN DEL TEQUILA

El tequila se clasifica de acuerdo al porcentaje de azúcares proveniente del agave, se distingue dos categorías:

- "Tequila 100% de agave" o "Tequila 100% puro de agave"

Bebida alcohólica que no es susceptible de ser enriquecido con otros azúcares distintos a los obtenidos del Agave Tequilana Weber variedad azul cultivado en el territorio comprendido en la denominación de origen. Para que este producto sea considerado como "Tequila 100% de agave" debe ser envasado en la planta que controle el propio Productor Autorizado, misma que debe estar ubicada dentro del territorio comprendido en la Declaración. Este producto debe ser denominado únicamente a través de alguna de las siguientes leyendas: "100% de agave", "100% puro de agave", "100% agave", o "100% puro agave", al final de las cuales se puede añadir la palabra "azul".

- "Tequila"

Es aquel producto en el que los mostos son susceptibles de ser enriquecidos y mezclados conjuntamente en la formulación con otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49% de azúcares reductores totales expresados en unidades de masa. Este enriquecimiento máximo de hasta 49% de azúcares reductores totales, no se puede realizar con azúcares provenientes de cualquier especie de agave. Sólo se podrá incrementar el 51% de azúcares reductores totales con azúcares reductores

totales provenientes de Agave tequilana weber variedad azul cultivado en el territorio comprendido en la Declaración. Este producto puede ser envasado en plantas ajenas a un Productor Autorizado, siempre y cuando los envasadores cumplan con las condiciones establecidas en la NOM-006-SCFI-2005.

De acuerdo a las características adquiridas posteriormente al proceso de la destilación, el tequila se divide principalmente en 4 categorías:

- Tequila blanco.- Producto cuyo contenido alcohólico comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. El resultado de las mezclas de Tequila blanco con Tequilas reposados y/o añejos y/o extra añejo, se considera como Tequila joven u oro.
- Tequila avocado- Producto susceptible de ser avocado, su contenido alcohólico comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. Se entiende por avocado, el procedimiento para suavizar el sabor del Tequila, mediante la adición de uno o más de los siguientes ingredientes: Color caramelo, Extracto de roble o encino natural, Glicerina y Jarabe a base de azúcar
- Tequila reposado.- Producto en recipientes de madera de roble o encino. Su contenido alcohólico comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. Este tequila debe madurarse por lo menos dos meses. El resultado de las mezclas de Tequila reposado con Tequilas añejos o extra añejos, se considera como Tequila reposado.
- Tequila añejo.-Tequila sujeto a un proceso de maduración de por lo menos un año en recipientes de madera de roble o encino, cuya capacidad máxima sea de 600 litros, su contenido alcohólico comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución. El resultado de las mezclas de Tequila añejo con Tequila extra añejo se considera como Tequila añejo. Cuando el tequila es sujeto a un proceso de maduración de por lo menos 3 años se denomina Tequila extra añejo. (NOM-006-SCFI-2005)

4.4 PROCESO DE ELABORACIÓN

El proceso de fabricación del tequila consta de 8 operaciones básicas, el diagrama de elaboración del tequila es el mostrado en la figura 2. En este diagrama se muestra que se parte del cultivo y cosecha del Agave Tequilana Weber variedad azul, y al finalizar las principales operaciones unitarias se obtiene una bebida alcohólica al 55 %, donde posteriormente se diluye y a partir de esta bebida al 55 % se obtienen los 4 tipos diferentes de tequilas, siendo el reposado la última etapa del proceso, está solo se realiza en los tequilas añejos y reposados.

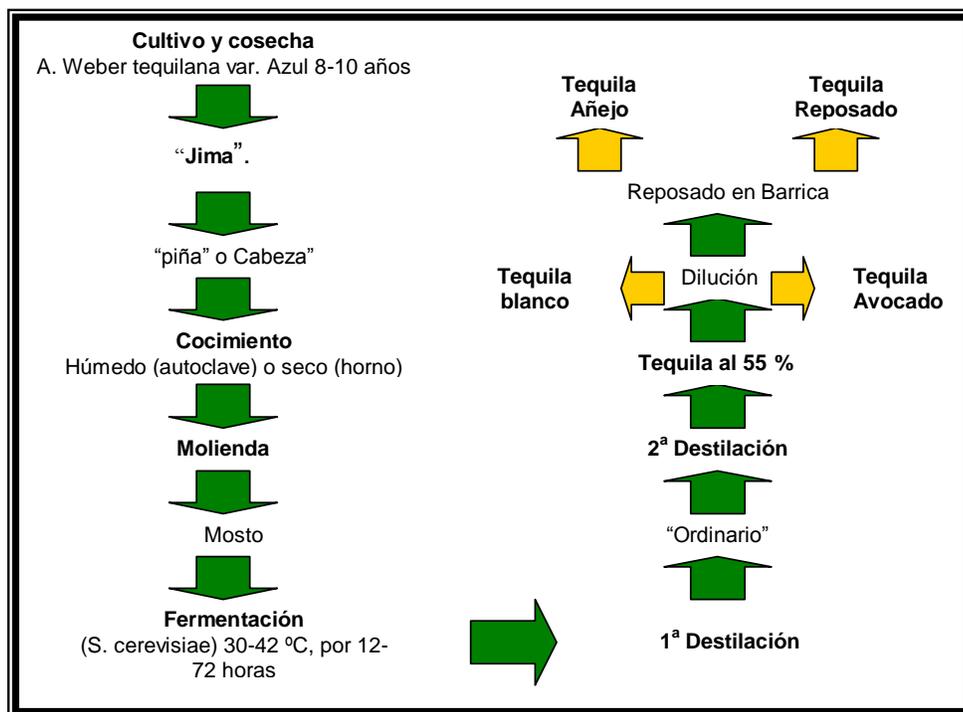


Figura 2. Diagrama de proceso de elaboración del Tequila.

A continuación se realiza una breve descripción de las etapas del proceso de elaboración de esta bebida. Conocer a detalle estas etapas permite comprender como se obtienen muchas de las características sensoriales que presenta el tequila, que en general, permiten diferenciar a esta bebida de otras bebidas alcohólicas.

4.4.1 Cultivo y Cosecha del Agave

La elaboración del tequila inicia con el cultivo del Agave de la especie mencionada y en la región específica de 8 a 10 años anteriores. Durante estos 8-10 años la planta crece y acumula carbohidratos, principalmente una pequeña cadena lineal de fructosa, denominada inulina, formada por entre 20 y 30 unidades de la fructosa, unidas por enlace β -1,2, y una unidad de sacarosa.

La cosecha del agave es un proceso por demás peculiar, ya que sólo se utiliza la parte central de la planta, en donde se concentra la mayor cantidad de azúcares. Solo se utiliza una barreta de metal con punta semicircular cortante, llamada "coa", para eliminar las hojas del agave, quedando sólo la médula, la cual, a su vez, es desenterrada del suelo hasta dejar la "piña" o "cabeza". Proceso conocido como "jima". Dependiendo de la edad, del tipo de agave y de la forma del corte, la piña puede pesar hasta 60 kilogramos.

4.4.2 Cocimiento

Esta operación unitaria tiene por objeto solubilizar e hidrolizar los azúcares del agave, ya que la inulina es poco soluble en agua y no fermentable en forma directa. Para ello existen dos métodos, el cocimiento húmedo y el seco.

- El cocimiento húmedo, es el más usual hoy en día y se lleva a efecto mediante el uso de autoclaves de gran capacidad a temperaturas del orden de 121 °C. El tiempo de cocimiento es una de las variables críticas en el proceso de solubilización-hidrólisis, ya que la inulina se solubiliza principalmente a altas temperaturas y se hidroliza en medio acuoso y pH bajo (4.5), aun cuando a las temperaturas usadas los azúcares reductores con facilidad se degradan, y forman compuestos no fermentables. Estos compuestos de degradación, como el hidroximetilfurfural o el anhídrido difructosídico, confieren aromas y sabores muy característicos, que pueden ser deseables o no, pues van desde el típico gusto del agave cocido o "mezcal" hasta sabores muy amargos y desagradables.
- El cocimiento seco se lleva a cabo en horno, donde la hidrólisis tiene una serie de inconvenientes; como el agua es limitante y el oxígeno es abundante interacciona rápidamente con los azúcares, y genera compuestos de oxidación.

En ciertos casos, se efectúa una etapa de precocimiento, en donde se lixivian ceras, gomas y sólidos exteriores de la planta. Este extracto es bajo en contenido de azúcar y con frecuencia de sabor desagradable, por lo que se le denomina “mieles amargas”.

4.4.3 Molienda

Proceso en el que se extraen los azúcares solubilizados de la fibra. Este se lleva a cabo utilizando desde molinos de piedra hasta automatizados de acero inoxidable. Como resultado de este proceso se tiene un jugo de agave que contiene aproximadamente 12 % de azúcares reductores. Con esta materia prima se formula el “mosto” o caldo para la fermentación.

Si se trata de un tequila 100%, el mosto tendrá solo jugo de agave, sales minerales y fuente de nitrógeno (urea, sulfato de amonio u otra), ajustado aproximadamente a 10°Brix. Si es tequila mixto, el mosto se prepara con jugo de agave y una fuente de azúcares diferente, las cuales pueden representar un 49 %, que va desde la melaza, piloncillo, mascabado, azúcar o glucosa de maíz o combinación de ellos. Este mosto se ajusta a 10-12 °Brix.

4.4.4 Fermentación

Etapa en la cual una vez que se tiene preparado el mosto de fermentación, éste se inocula con un cultivo microbiano, el cual puede ser una cepa pura de la levadura *Saccaromyces cerevisiae* de colección, con cepas propias o con cultivos mixtos, y a veces con inoculaciones espontáneas. Esta es una de las etapas de mayor importancia ya que en este paso se produce el alcohol y otros componentes organolépticos que conforman al tequila. Como productos del metabolismo de la levadura usada se han identificado más de 20 alcoholes, así como la mayoría de los ésteres presentes en esta bebida alcohólica (Benn y Peppard, 1996).

La fermentación se lleva a cabo por lotes, en tinas o tanques de acero de volumen variable (desde 12 hasta 150 metros cúbicos), por lo general abiertos, a temperaturas que oscilan entre los 30 y los 42 °C, dependiendo de la eficacia de control de temperatura con que cuenten los tanques, lo cual se hace con película descendente de agua en los mismos. Se inocula con poblaciones que van desde 100 células/mililitro, el cultivo se mantiene en condiciones semi-anaeróbicas por un tiempo muy variado. El tiempo puede oscilar desde 12 hasta 72 o más horas, ello depende de alcanzar una

riqueza alcohólica cercana al 6 %, cuando se trata de un tequila mixto, y del 4.5 % para un tequila 100 %.

4.4.5 Destilación

Es otra de las etapas críticas en la producción de tequila. Esta operación puede llevarse a cabo de dos maneras, mediante el uso de alambiques o con columnas, siendo el primero el más usual y consiste en un tándem de dos alambiques de cobre (al menos el cuello), pues con este componente se supone que se eliminan compuestos sulfurados indeseables. En el primer alambique, el “mosto muerto” se calienta con vapor, y se destila hasta tener un producto intermedio llamado “ordinario”, con una concentración de alcohol de 25 a 30 %, la cual se le han removido sólidos, parte del agua y las “cabezas” y “colas” (o parte de ella). Las primeras contienen los componentes muy volátiles (aromáticos algunos de ellos) que destilan antes que el etanol, debajo de 80°C, como metanol, isopropanol y acetato de etilo, y las segundas, aquellos compuestos menos volátiles como los alcoholes amílico e isoamílico y algunos ésteres. En el segundo alambique, el “ordinario” se destila nuevamente, para enriquecer el contenido alcohólico hasta 55 % y para depurar la composición del producto. Este tequila al 55% puede considerarse ya un producto final, puesto que es el que se vende a granel. Para el tequila envasado, este se diluye con agua desionizada, hasta lograr contenidos alcohólicos de 38 a 42 °GL, es decir, un tequila blanco o joven avocado si se le agrega algún aditivo (Álvarez de la Cuadra, 1996).

Esta operación es el punto en el que se definen los compuestos que acompañan al etanol y su cantidad. Si la destilación se restringe a un rango limitado de temperatura de ebullición, los aromas se ven disminuidos; si en la destilación se amplía dicho rango, aumentan los compuestos organolépticos y el volumen total de destilación y esto da como resultado un tequila barato, pero “agresivo” y, posiblemente, fuera de norma.

4.5 COMPUESTOS AROMÁTICOS EN EL TEQUILA

El aroma es un conjunto de sensaciones provocadas por las moléculas volátiles de los alimentos llega a la mucosa olfativa por vía retronasal, la cual juega un papel importante en la elección de los alimentos. Para su caracterización, no sólo es importante determinar cuáles son las moléculas constitutivas de su aroma característico, sino

también el realizar un cuidadoso estudio sensorial que permita conocer cuáles son las relaciones existentes entre las sensaciones percibidas y la composición aromática que se obtiene químicamente (González-Rodríguez, 1994).

Los aromas y sabores de las diferentes presentaciones del Tequila están determinados por compuestos volátiles que son fundamentalmente compuestos carbonílicos, alcoholes, acetales, ésteres, ácidos orgánicos y otros, cuya naturaleza química y concentración se forman durante las distintas etapas de fabricación como es el cocimiento, fermentación, destilación y maduración o añejamiento.

Otro factor importante lo constituye la maduración del tequila en recipientes de madera de roble o encino para obtener los tequilas reposados y añejos. Aunque existen componentes comunes en los tequilas blancos, reposados y añejos, algunos de estos componentes están presentes en mayor cantidad en los tequilas reposados y añejos, lo anterior es comprensible ya que algunos compuestos provenientes del agave también están presentes en las barricas donde se madura el tequila.

Los aromas florales, dulces, vainilla y vino, son los más característicos en el tequila blanco, el tequila reposado además de tener los mismos aromas que el blanco también presenta notas a tepache y medicinales, mientras que los añejos presentan aromas a vino, tepache, florales, medicinales, dulces, vainilla y ácidos.

Además de los compuestos volátiles formados en cada una de las etapas de producción, cada casa tequilera tiene un toque personal haciendo que los tequilas de diferente casa tequilera tengan sabores y aromas particulares. Otro factor importante que a veces no se toma en cuenta es el agua utilizada en la dilución, el agua es distinta en cada región del territorio protegido por la Denominación de Origen, la tierra tiene diferentes componentes orgánicos y minerales, así como el sol vierte sus rayos dando un calentamiento de la tierra distinto de acuerdo a la posición geográfica resultando en una maduración única al agave. Por lo que aun cuando se use una misma especie de agave para la elaboración de tequila existe una diferencia entre sus componentes.

Entre las dos regiones que producen casi el 100% del tequila en el mundo, como es el valle de Tequila y la región de Los Altos, hay diferencias notables que dan tonos distintos y sabores especiales.

En la región de Los Altos la bebida que se produce tiene gustos más frutales, florales y perfumados, el valle de Tequila ofrece un gusto al paladar más seco, hay quien dice que es la tierra, otros que es el agua y muchos más que se trata del proceso de fabricación, lo cierto es que cada zona tiene sus seguidores (Sánchez, 2004).

4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las características sensoriales que presentan los productos alimenticios juegan un papel importante durante la elección de los mismos por el consumidor, por ello el análisis sensorial de los alimentos resulta importante para definir las características sensoriales.

El Análisis Sensorial es la disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características de los alimentos y materiales, así como el modo en que éstas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (IFT, 1975).

Lamond establece 4 pilares fundamentales sobre los que se debe sustentar esta disciplina: a) la fisiología de los sentidos, b) psicología de la percepción, c) diseño experimental adecuado y d) correcta utilización de las herramientas estadísticas en el tratamiento de datos (Bárceñas, 2000).

Las pruebas que se llevan a cabo en el análisis sensorial se dividen en dos grandes grupos: pruebas de tipo analítico y pruebas afectivas. De forma general en la tabla 2 se muestran algunos tipos pruebas que integran a los dos grupos que conforman el análisis sensorial.

Tabla 2. Tipos de pruebas que conforman las pruebas analíticas y afectivas.

Pruebas sensoriales		
<u>Pruebas Analíticas</u>		<u>Pruebas Afectivas</u>
Pruebas Discriminativas	Pruebas Descriptivas	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptación • Preferencia • Nivel de Agrado
<ul style="list-style-type: none"> • Comparación pareada • Duo-trio • Triangular 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil del sabor • Perfil de Textura • QDA • Método Spectrum 	

4.6.1 Pruebas Descriptivas

La finalidad del análisis descriptivo es describir con un número mínimo de palabras y un máximo de eficacia, el producto a analizar de manera que tenga una carta de identidad precisa, reproducible y comprensible para todos. Unas de las pruebas más utilizadas dentro de la descripción organoléptica de los alimentos son los denominados perfiles sensoriales.

El análisis descriptivo es más flexible, comprensible y usado, provee de información detallada de las propiedades sensoriales de los productos (Stone-Sidel, 1998). Las principales aplicaciones del perfil sensorial son: a) Para definir un estándar de fabricación ya que se establecen lo que se denominan las especificaciones o características que debe reunir un producto, b) para mejorar productos, pues establecidos sus atributos, estos se pueden relacionar con las percepciones de los consumidores, c) para comparar un producto con otros del mismo tipo. La descripción sensorial de un alimento es necesariamente verbal, por lo que el lenguaje que se utilice va a influir decisivamente en la exactitud y utilidad de la información obtenida.

Las diferentes etapas en la elaboración de un perfil sensorial son:

- a) Formación de un jurado o un panel de jueces
- b) Elaboración de una lista de términos descriptivos
- c) Reducción de la lista de términos
- d) Elección de los productos de referencia
- e) Entrenamiento
- f) Elaboración y utilización del perfil sensorial y seguimiento del panel.

Entre los métodos para el análisis descriptivo se encuentra el denominado Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), este método identifica y cuantifica las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos. En esta prueba el grupo de jueces genera y acuerda en sesión abierta una serie de términos que definen al producto en estudio, y en sesión privada califica (asigna un valor) a cada parámetro (Pedrero, 1996).

Son muchos los pasos importantes en el establecimiento del análisis descriptivo, en el cuál se incluye la selección de los términos importantes y la obtención de la definición

de los mismos. Para describir las características sensoriales de los alimentos el vocabulario debe ser apropiado para el producto, así como seleccionar los descriptores usados. Los descriptores deben permitir la diferenciación entre las sensaciones percibidas. El primer paso involucra el desarrollo de un vocabulario, desarrollando una lista de términos descriptivos del producto. Esto puede llevarse a cabo en discusiones grupales o buscando los términos en la literatura (Donnell, 2001).

El lenguaje usado no es técnico, es un lenguaje común, las referencias son usadas para ejemplificar la sensación que produce un atributo o cuando se tienen problemas con alguno de los términos generados. Para calificar cada parámetro los jueces utilizan una escala de intensidad no estructurada para cada descriptor. El QDA asume que los jueces usan las diferentes partes de la escala. El segundo paso involucra la selección de los términos más importantes en el vocabulario desarrollado. La base para seleccionar los términos es que estos describan las características sensoriales de cada alimento y permita diferenciarlo entre otros productos.

El diseño del análisis descriptivo se basa en las mediciones repetitivas y el análisis estadístico es generado por un Análisis de Varianza.

Una de las limitaciones que tiene este análisis es la dificultad de comparar resultados entre los diferentes paneles que se encuentran en los diferentes laboratorios y diferentes tiempos. Como ventaja en otros tipos de perfiles es que toma menos tiempo el llevarlo a cabo.

4.7 COLOR EN BEBIDAS

En la optimización de la calidad de los alimentos una característica muy importante a considerar es su aspecto o apariencia y el atributo más sobresaliente de la misma es el color (González, 1990). Por ejemplo el color en los vinos, así como en el tequila, contribuye a sus cualidades organolépticas, el color en esta bebida alcohólica es una consecuencia de los factores que ocurren en el proceso de elaboración, influyendo la materia prima, sistemas de elaboración y técnicas de conservación.

El color de un objeto, en términos físicos, se ha definido como un parámetro tridimensional y, en términos fisiológicos, se debe al efecto de un estímulo de radiaciones lumínicas sobre la retina que el nervio óptico transmite al cerebro, donde se

integra. Generalmente, el estímulo consiste en una luz reflejada o transmitida por el objeto a partir de una iluminación incidental.

El CIE en 1931 definió el espacio físico de colores tridimensional, basado en admitir que todo estímulo coloreado es la mezcla aditiva de tres estímulos fundamentales: rojo, verde y azul, con longitudes de onda 700, 546 y 436 nm respectivamente, cuantificados por valores triestímulos X , Y , Z , que mediante su suma permitía reconstruir el color correspondiente a una cantidad energética unitaria (González, 1990).

Los parámetros que se utilizan habitualmente para la determinación de color en los vinos se basan en técnicas de espectroscopia ultravioleta visible. Los más utilizados hasta la fecha son la Intensidad colorante y tonalidad. No obstante, el método internacionalmente aceptado para la medida del color de cualquier sustrato es el método CIELAB.

El método CIELAB es un espacio tridimensional definido por las coordenadas L^* , a^* y b^* . Este sistema de expresión se basa en la teoría de percepción de colores opuestos que establece que un color no puede ser verde y rojo al mismo tiempo ni azul y amarillo a la vez, de esta manera a^* refleja el valor rojo/verde, b^* el valor amarillo/azul y L^* indica luminosidad, completamente opaco (valor 0) hasta completamente transparente (100). Todos los colores quedan representados dentro de un sólido cuyo eje central tiene un valor entre 0 y 100% (0 para negro y 100 para blanco ideal) que corresponde a la luminosidad. Las coordenadas a^* y b^* , forman un plano horizontal, indicando el eje $-a^*$ un cambio hacia verde, el eje $+a^*$ un cambio hacia rojo, el $-b^*$ un cambio al azul y el $+b^*$ un cambio hacia el amarillo. A partir de estas coordenadas se deducen las restantes magnitudes psicofísicas, H^* tono o matiz que expresa las variaciones cualitativas del color y puede variar entre 0 y 360, C^* croma que corresponde a la pureza del color y varía entre 0 y 1000 aunque normalmente no supera el 150, (Izquierdo, 2001). Corresponde a la variación que tiene un color cuando al permanecer invariable el tono se va aclarando paulatinamente

Muchos autores coinciden en que las mejores correlaciones con el análisis sensorial se han obtenido con el método del CIE, el cual expresa mejor el tono del color, la luminosidad y la saturación (González, 1990).

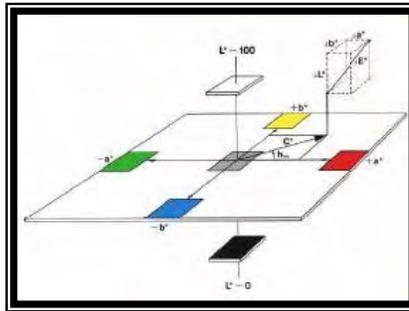


Figura 3. Representación gráfica de las Coordenadas $L^*a^*b^*$.

Los instrumentos de medición del color buscan la manera similar en el cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación y proporcionar una medida cuantitativa.

Actualmente se conocen dos grandes grupos de aparatos para la medida del color de los alimentos: los espectrofotómetros de transmisión y de reflexión y los fotocolorímetros triestímulos.

El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría permitiendo la cuantificación de diferencias en coloración no perceptibles por el ojo humano, lo cual tiene una amplia aplicación en la cuantificación de variaciones de color en alimentos (O'Sullivan, et al., 2002). Los colorímetros usan sensores que simulan el modo en que el ojo humano percibe el color, pero a diferencia de éste pueden asignar parámetros de medición consistentes a cada color, independientemente de las condiciones ambientales. En la industria alimenticia el más popular método de medición de color es el $L^*a^*b^*$ o también conocido como el sistema CIELAB, originalmente definido por el CIE en 1976 (Mc Caig, 2002).

4.8 ESTUDIOS INSTRUMENTALES Y SENSORIALES REALIZADOS EN EL TEQUILA

Existe una gran diversidad de estudios previos que se han realizado sobre el tequila, los principales estudios con los que se cuenta es el perfil cromatográfico, sin embargo, en las publicaciones hay pocos estudios realizados cuyo tema central sea las características sensoriales de esta bebida, ya que la mayoría de los artículos que abarcan cuestiones sensoriales no determinan un perfil sensorial definido para cada uno de los 3 tipos de tequila.

4.8.1 Perfil cromatográfico y sensorial en Tequila

Entre los estudios instrumentales que se han realizado en el tequila el más importante es el realizado por Benn y Peppard (1996). Este estudio identifica, por un lado, los componentes químicos que dan el sabor al tequila así como las características sensoriales percibidas en el mismo.

En este estudio se hicieron dos evaluaciones instrumentales. A) Una de ellos fue identificar los componentes que se encuentran en mayor concentración en el tequila. Una de las técnicas usadas fue por Cromatografía de gases (CG), usando esta técnica instrumental se encontraron los siguientes componentes, a parte del etanol: 2 y 3-metilbutanol, 1-propanol, 2-metilpropanol y acetato de etilo. B) Otro análisis realizado fue mediante CG- SCD (Sulfure chemiluminescence detection) donde se reveló la presencia de dimetil disulfuro, dimetil trisulfuro, y 4-metil-5viniltiazol, así como otros componentes sulfúricos no identificados.

Sin embargo, más de 175 componentes fueron identificados por CG y MS (espectro de masas). La presencia en el tequila de componentes volátiles como los son los acetales, ácidos, alcoholes, aldehídos, esterés, éteres, furanos, cetonas, fenoles, pirazinas, compuestos con azufre y terpenos influyen en el aroma y sabor del tequila.

Se detectaron aproximadamente 50 esterés, la mayoría de estos esterés son producto del metabolismo de las levaduras o son formados durante el proceso de maduración por esterificación de los ácidos grasos en presencia de etanol en alta concentración. También como resultado de la fermentación se detectaron cerca de 20 alcoholes, aproximadamente 25 acetales, más de 10 ácidos. Entre los componentes que derivan del agave se encuentran cerca de 25 terpenoides como el monoterpeno y sesquiterpeno, éteres cíclicos y algunos aldehídos. Algunos compuestos de los grupos de aldehídos, cetonas, furanos, algunos componentes sulfúricos y fenoles probablemente son formados durante el cocimiento y durante el paso de destilación en el proceso de elaboración del tequila. Durante el cocimiento de las piñas de agave se forman compuestos de Maillard. La reacción de Maillard es resultado de una interacción entre el grupo amino, usualmente un aminoácido o proteína, con carbohidratos reductores. Algunos aldehídos, cetonas, furanos y pirazinas son producto de esta reacción. En algunos estudios se han reportado la presencia algunos compuestos de

Maillard específicos como 2-acetil-5-metil-furano, 3-furfuril-alcohol, y 3,4,5-trimetilpirazol (López, 1999).

Otros compuestos de Maillard identificados que intervienen en el aroma y sabor del tequila son 3-Metil-1-butanol y feniletil alcohol. Los compuestos de Maillard varían en los diferentes Tequilas, esto dependerá de las condiciones de reacción, es decir, la temperatura de cocimiento, así como en la destilación y sobre todo de la calidad, año del Agave Tequilana Weber variedad azul utilizado como materia prima para la elaboración de esta bebida alcohólica. Debido a que estos compuestos formados por la reacción de Maillard persisten en el producto final, es decir el tequila como tal, y sobre todo tienen una gran influencia en el sabor y aroma de este, las características de cada uno de los tequilas, pueden ser cambiados para obtener un mejor perfil sensorial, controlando y modificando la operación más importante en el proceso de elaboración, el cocimiento. En un estudio realizado por Mancilla-Margalli (2002) se encontró que las principales diferencias en la composición química encontradas entre el tequila reposado y el tequila blanco fue que en el tequila reposado se encontraron altos niveles de vainillina, linalool, cis-y-trans linalol oxidado y otros terpenoides, en cambio se encontraron bajas cantidades el acetaldehído, comparado con lo detectado en el tequila blanco.

El estudio sensorial se realizó con 6 jueces entrenados, donde se evaluaron los siguientes atributos: almendrado, chocolate, vainilla, cremoso, nota verde, sabor a cereal, dulce, sabor a whisky, ron, seco afrutado, fusel, y nota alcohólica.

La segunda evolución instrumental realizada fue para describir las características organolépticas de componentes individuales extraídos de diferentes diluciones realizadas en el tequila mediante una CG. Esto se realizó mediante el análisis de una evaluación del aroma de los extractos de las diluciones (AED). En este estudio se encontró que son 5 los constituyentes que tienen un mayor efecto en el aroma del tequila: isovaleraldehído (olor a chocolate, dulce), alcohol isoamílico (dulce, afrutado, fusel), β -damascenona (madera, dulce, afrutado, floral), 2-feniletanol (floral), y vainillina (dulce).

Tabla 3. Aromas relacionados con algunos de los componentes obtenidos en tequila por AED.

Componente	Olor Descrito
Acetaldehído	Químico, fuerte, pungente
Isobutiraldehído	Caramelo, dulce
Isovaleraldehído	Dulce, cocoa, chocolate
Etil propionato	Afrutado, dulce
Diacetilo	Mantequilla
Etil butirato	Afrutado, plátano
Acetilpropionilo	Mantequilla
Alcohol isobutilico	Químico, dulce
Alcohol butilico	Dulce, fusel
Alcohol isoamílico	Dulce, afrutado, fusel
Etilhexanoato	Afrutado, manzana
Dimetil sulfuro	Pungente, sulfúrico
Linalool	Floral, dulce
Acido isobutirico	Afrutado
Fenilacetaldéhído	Floral, acre
B-damascenona	Afrutado, amaderado,
Guayacol	Ahúmadeo, fenólico
2-feniletíl alcohol	Floral
Cresol	Dulce
Acido octanoico	Ácidos grasos, seco
Eugenol	Picante, clavo
Thymol + desconocido	Quemante, picante
Acido fenilacetico	Pungente, floral, miel
Vainillina	Dulce

** (Ref. Ben y Peppard, 1996)

4.8.2 Estudios instrumentales en color

Dentro de los estudios de color en tequila, destaca el desarrollado por el Grupo de Propiedades Óptica de la Materia, del Centro de Investigaciones en Óptica para la evaluación de adulteración. Basado en técnicas espectroscópicas, las cuales permiten conocer de qué manera se modifica la composición de la luz cuando ésta se le hace interaccionar con la materia, en este caso, el líquido en la botella del tequila. En este experimento se uso una fuente de luz cuyo espectro incluía tres regiones: ultra-violeta, visible e infrarrojo (UV, VIS e IR). La luz de esta fuente se hizo incidir en una celda de cuarzo, donde se colocaron 2 ml de tequila directamente de la botella. Como resultado se obtuvo el espectro de absorción del material (una serie de líneas o bandas oscuras), las cuales mostraron la proporción de luz que las sustancias absorben en cada longitud de onda de la fuente. En el experimento se observó que los tequilas reposados y añejos absorbieron más luz que el blanco, ya que los dos primeros presentan una coloración, mientras que el último es incoloro. Como resultado de este trabajo se encontró que los tequilas adulterados, con los que se estuvo trabajando, no mostraron ninguna banda de absorción significativa en la región UV. Los espectros de los tequilas adulterados, mostraron una pequeña banda de absorción, entre 410 y 500. Esto se

debe seguramente a que la bebida se elaboró con alcohol saborizado al que después se agregó un colorante para dar la apariencia visual de los tequilas auténticos. Mediante la espectroscopia de absorción se puede determinar si una botella de tequila ha sido o no adulterada, basta con obtener el espectro de absorción de su contenido y compararlo con el de un tequila de la misma marca que se haya comprado para este propósito en una licorería confiable o una muestra proporcionada por el fabricante. La confiabilidad de esta prueba se basa en el hecho de que todas las bebidas alcohólicas genuinas presentaron características semejantes en su espectro de absorción, mismas que estuvieron ausentes en los tequilas adulterados. Aunque esta prueba no ofrece resultados cuantitativos como la cromatografía, sí brinda una fácil implementación, ya que no requiere instrumentos complejos, preparación de muestras, ni personal especializado, así como emplea poco tiempo para su elaboración (Barbosa-Meneses, 2006).

5.- HIPOTESIS

- La obtención del perfil sensorial permitirá diferenciar los tres tipos de tequilas, blanco, añejo, y reposado, siendo el aroma el atributo en el que se presentara una mayor diferencia entre estos.
- El círculo aromático, permitirá conocer la contribución en aroma y sabor de los compuestos químicos mayoritarios encontrados por el perfil cromatográfico.

6

MATERIALES

Y

MÉTODOS

6.- MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se siguió para la elaboración de este proyecto se muestra en la figura 4.

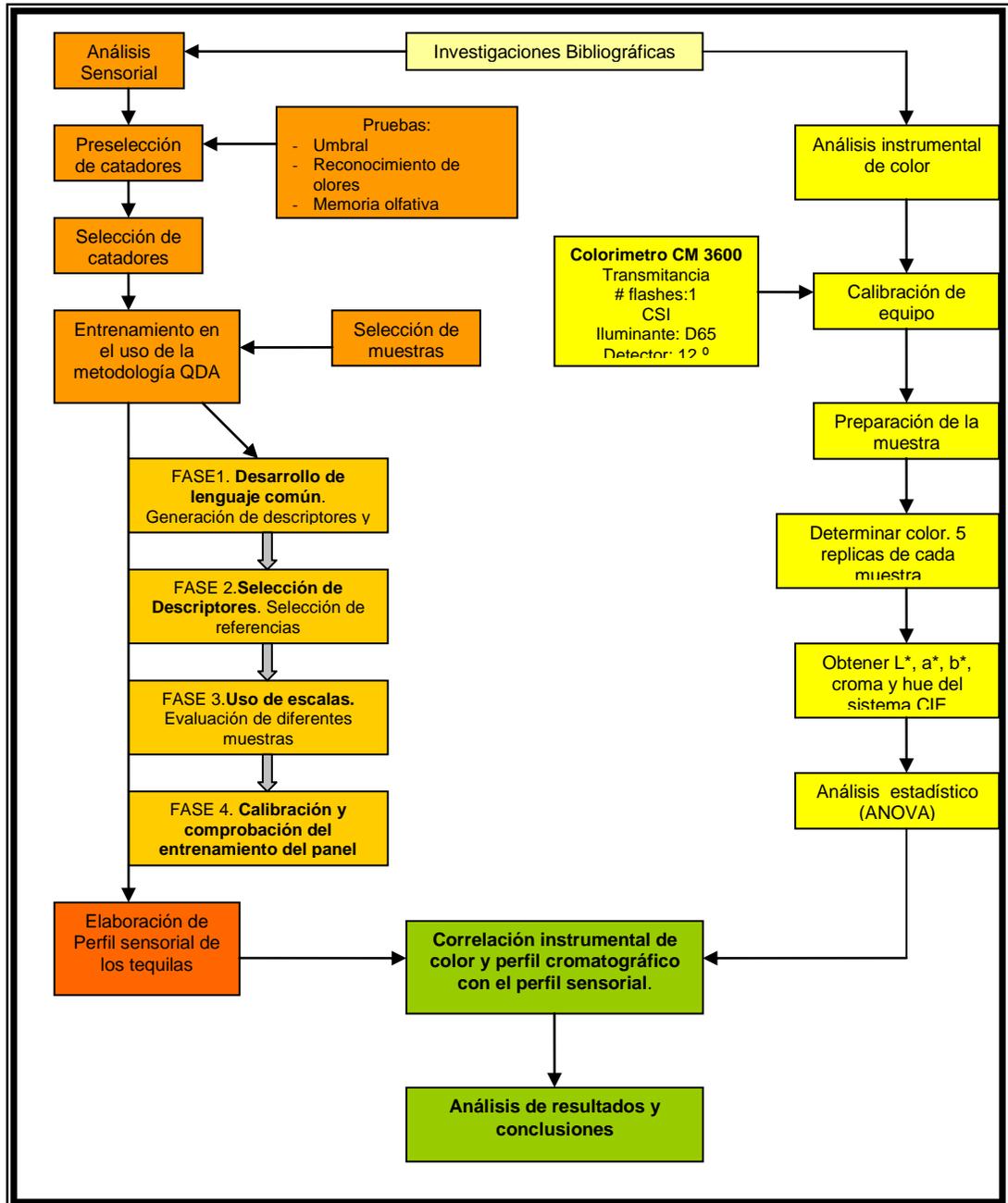


Figura 4. Diagrama de la metodología empleada en al elaboración del perfil sensorial y círculo aromático del tequila.

DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

6.1 ANÁLISIS SENSORIAL

La metodología de análisis sensorial fue la primera de las etapas que se realizó, ya que fue la más extensa dentro de este proyecto. Durante el desarrollo de esta metodología se realizaron una serie de pasos para conocer las características sensoriales que tiene el tequila, y a partir de este conocimiento se partió para definir y evaluar los atributos encontrados en esta bebida, generando así el perfil sensorial de cada tipo de tequila. En general el desarrollo de esta metodología consta de 4 pasos básicos (ver figura 4). A continuación se describirá el procedimiento y muestras utilizadas en cada paso.

6.1.1 Preselección de catadores

Se invitó a un grupo de personas a contestar un cuestionario de Hábitos de Consumo, en este cuestionario se hicieron preguntas referentes a los hábitos alimenticios, así como horarios de consumo, etc. Una vez realizado este cuestionario se les invitó a formar parte como juez entrenado en un panel, para lo cual primeramente tenían que efectuar una serie de pruebas con el fin de poder determinar si los interesados tenían las cualidades requeridas para formar parte del panel para la evaluación del tequila. Para la realización de estas pruebas se tuvieron 2 sesiones por semana.

Las pruebas efectuadas en esta preselección fueron, en general 4:

- a) *Pruebas de umbral.* Es una prueba analítica que permitió conocer los umbrales de los gustos básicos (ácido, amargo, dulce y salado), es decir, las concentraciones mínimas requeridas para que el 50 % del grupo detectaran los gustos básicos. La tabla 4 muestra las concentraciones y estándares usado para evaluar cada gusto.

Tabla 4. Concentraciones utilizadas para realizar las pruebas de umbral de los 4 gustos básicos.

Gusto (estándar)	Concentraciones (%)
Amargo (cafeína)	0, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.008, 0.010, 0.015, 0.020, 0.030
Ácido (ácido cítrico)	0, 0.005, 0.010, 0.013, 0.015, 0.018, 0.020, 0.025, 0.030, 0.035
Salado (cloruro de sodio)	0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.13, 0.15, 0.18, 0.20
Dulce (sacarosa)	0, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.80, 1

(Hernández, 2006)

b) Reconocimiento de olores: Esta prueba tuvo la finalidad de conocer la habilidad de los participantes en reconocer una serie de olores. Esta prueba fué realizada debido a que uno de los principales atributos a evaluar en el tequila son los aromas.

Se realizaron en total 5 pruebas, utilizando de 8 a 10 olores de los mostrados en la tabla 5.

Para esta prueba y la de memoria olfativa los olores fueron presentados en tubos de 13 x 100 marca PYREX®, forrados con papel aluminio, dentro de este se coloca una tira de papel filtro impregnado con el olor. Al evaluador se les presentaban los tubos en una gradilla y se les pedía destapar el tubo, colocarlo a 10 centímetros de la nariz y especificar el olor detectado.



Figura 5. Imagen de los tubos utilizados en reconocimiento de olores y memoria olfativa.

Tabla 5. Lista de olores usados para la realización de las pruebas de reconocimiento y memoria olfativa.

OLOR	MARCA	OLOR	MARCA
<u>Cítricos</u>		<u>Herbales</u>	
^{1,3,4} Mandarina	Takasago	^{1,3,4} Hierbabuena	Sodexim
¹ Naranja	Sodexim	¹ Notas verdes	Quest
^{2,3,4} Limón	Sodexim	<u>Especiados</u>	
⁵ Citral	Queso	^{1,3,4} Canela	Quest
⁵ Tamarindo	Sodexim	^{1,2,3,4} Orégano	Sodexim
<u>Florales</u>		^{2,3,4} Clavo	Sodexim
^{1,3} Rosas	Sodexim	^{2,3,4} Pimienta	Sodexim
² Nardo	Sodexim	<u>Otros</u>	
^{1,3,4} Jazmín	Sodexim	⁵ Chamoy	Takasago
<u>Otros</u>		¹ Mantequilla	Quest
⁵ Mango	Sodexim	⁵ Res	Sodexim
^{2,4} Fresa	Quest	¹ Cebolla	Quest
⁵ Plátano	Sodexim	^{2,3,4} Café	Takasago
⁵ Yogurt de Durazno	Takasago	⁵ Cajeta	Takasago
⁵ Papaya	Sodexim	⁵ Diacetilo	Quest
⁵ Piña	Sodexim	² Mentol	Lucta

^{1,2,3,4,5} Los superíndices indican el número de prueba donde fueron evaluados los diferentes olores.

- c) Memoria olfativa: Esta prueba se realizó con el fin de detectar aquellos jueces que tuvieran una mejor capacidad para “memorizar” los aromas. Esta prueba permitió seleccionar aquellas personas que presentaran esta cualidad, favoreciendo el reconocimiento de la gran gama de aromas presentes en el tequila. Las muestras usadas fueron las mostradas en la tabla 5. Se realizaron dos pruebas, en la primera se evaluaron 10 olores distintos y en la segunda prueba 13 olores, entre ellos; mandarina, notas verdes, limón, mantequilla, cebolla, hierbabuena, rosas pimienta, canela, café, etc. En esta prueba se pidió al juez que identificará el olor presentado en el tubo, tomando en cuenta que eran olores con los cuales ya se había trabajado y se les había indicado su nombre.
- d) Pruebas Discriminativas (triangulares): Son pruebas analíticas de diferenciación. La realización de esta prueba tuvo por objetivo detectar a los jueces con mayor capacidad discriminante, es decir, elegir aquellos jueces que pudieran detectar diferencias sensoriales perceptibles entre dos muestras similares. Para esta

prueba se trabajaron con 5 tipos de muestras diferentes (tabla 6). La prueba consistió en 3 muestras, formando una triada, donde dos eran de la misma marca, iguales, y una diferente y se pedía al juez que identificara la muestra diferente. En una misma sesión se realizaron 3 triadas, por lo que se evaluaba 3 tipos de muestras por sesión.

Tabla 6. Tipo de muestras y marcas utilizadas para las pruebas triangulares.

Muestra	Marca
Refresco de cola	Coca-Cola
Refresco de cola	Great value
Refresco de cola	Big Cola
Jamón	Fud
Jamón	Fud york
Jamón	Peñaran
Papas	Sabritas
Papas	OKi
Papas	Barcel
Jugo de naranja	Florida 7
Jugo de naranja	Great Value
Jugo de naranja	Jumex
Queso panela	Bugambilia
Queso panela	Volcanes
Queso panela	Noche Buena

Tabla 7. Muestras empleada para la evaluación sensorial e instrumental.

CLAVE MUESTRA	TIPO	CONTENIDO NETO (ml)	%ALC. VOL.	Lugar de Origen
TAÑ1	Añejo	500	38	Zapotlanejo, Jal.
TAÑ2	Añejo	750	38	Capilla de Gpe, Jal
TAÑ3	Añejo	750	38	Zapotlanejo, Jal
TR4	Reposado	750	38	Tequila, Jal
TR5	Reposado	750	38	Tequila, Jal
TR6	Reposado	700	38	Amatitan, Jal
TR7	Reposado	1000	38	Guadalajara, Jal
TR8	Reposado	700	38	El Arenal, Jal.
TR9	Reposado	750	40	Tequila, Jal.
TR10	Reposado	700	35	La Laja, Jal.
TR11	Reposado	500	38	Tequila, Jal.
TR12	Reposado	950	40	Amatitan, Jal
TR13	Reposado	750	40	Tequila, Jalisco
TR14	Reposado	950	40	Atotonilco, el Alto, Jal
TR15	Reposado	750	38	Tototlán, Jal.
TR16	Reposado	1000	38	Zapotlanejo, Jal.
TR17	Reposado	750	38	Guadalajara, Jal
TR18	Reposado	750	38	Capilla de Gpe, Jal
TR19	Reposado	750	40	Guadalajara, Jal
TR20	Reposado	500	38	Penjamo, Gto
TR21	Reposado	750	28	Guadalajara, Jal.
TB22	Blanco	750	35	Tequila, Jal.
TB23	Blanco	950	46	Amatitan, Jal
TB24	Blanco	750	38	Atotonilco el Alto, Jal
TB25	Blanco	750	40	Amatitan, Jal.

6.1.2 Selección de Catadores

La selección de los catadores fue un punto clave para obtener resultados confiables en este estudio, ya que en este caso, las personas que integraron el panel para la evaluación del tequila fueron los instrumentos que midieron y determinaron los atributos evaluados en el tequila.

Para la selección de los jueces se tomaron en consideración varios aspectos, entre los que se encuentran: a) gozar de buena salud, no presentar padecimientos como anosmia o enfermedades que requieran medicamento permanente, b) tener interés en participar en este proyecto, c) tener afinidad o gusto por el tequila y en general de las bebidas alcohólicas, d) disponibilidad de horario, e) ser responsables y comprometidas, f) resultados obtenidos individualmente generados en las pruebas de preselección, donde se tomó en cuenta principalmente los resultados en las pruebas discriminativas y de reconocimiento, g) asistencia que tuvo cada juez en las pruebas de preselección ya que es un indicador de la responsabilidad e interés de las personas por participar en el panel.

6.1.3 Selección de muestras

En total se evaluaron 24 muestras de tequila 100 % y 1 muestra de destilado de agave (TR21) (Ver tabla 7). Se utilizaron estas muestras ya que se obtuvo de estas el perfil cromatográfico, en un estudio instrumental realizado con anterioridad.

Para facilitar un posterior análisis de resultados se clasificaron los tequilas por su lugar de origen, evaluándose 23 tequilas 100 % y el Destilado de Agave del estado de Jalisco, y únicamente 1 Tequila 100 %, TR20, de Pénjamo, estado de Guanajuato, (ver tabla 8).



Figura 6. Muestras de Tequila evaluadas.

Tabla 8. Tequilas de los municipios de Jalisco.

MUNICIPIO	TEQUILA		
	Añejos	Blancos	Reposados
Amatitán		TR23 TR25	TR6 TR12
Atotonilco, el Alto		TR24	TR14
Capilla de Guadalupe	TAN2		TR18
El Arenal			TR8
Guadalajara			TR7 TR19 TR17
La Laja			TR10
Tequila		TB22	TR4 TR5 TR9 TR11 TR13
Tototlán			TR15
Zapotlanejo	TAN1 TAN3		TR16

PREPARACION DE LAS COPAS

Se realizó un tratamiento previo a las copas de vidrio antes de ser utilizadas para contener la muestra, el tratamiento consistió en:

- a. Se colocó agua caliente, a punto de ebullición (1L), y otro litro de agua fría en un refractario de plástico.
- b. Se agrego al agua “tibia”, un poco de lavatrastes líquido, Eficaz (ALLEN DEL NORTE, S.A. de C.V.) y el tenso activo TERMOSAN (FMR, S.A. de C.V.). Se agitaba para mezclar estos compuestos en el agua y formar un poco de espuma (el exceso de esta se quitaba con la mano).
- c. Las copas se introducían en el refractario con la mezcla preparada, eran frotadas con la mano por dentro, fuera y bordes de la copa, esto dentro del agua.
- d. Se lavaba 1 charola con 20 copas por refractario con el agua tibia. Al terminar de realizar el paso c se enjuagaban las copas con abundante agua.
- e. Las copas recién lavadas fueron colocadas boca abajo para escurrir el exceso de agua.

- f. Después de 45 minutos a 1 hora, las copas eran transferidas a una charola, esta vez colocadas hacia arriba, secando el exceso de agua del pie de la copa.

PREPARACION DE MUESTRAS

La forma de preparación de las muestras fue la siguiente:

1.- Se prepararon soluciones de todos los tequilas a una concentración al 19 %. Estas soluciones eran preparadas en matraces aforados y se llevaban al aforo con agua purificada.

2.- Una vez preparadas las muestras se guardaban en refrigeración, debidamente etiquetadas, en frascos de plástico con una capacidad de 250 mililitros.

3.- El día de la evaluación se servían 10 mililitros de cada muestra en copas etiquetadas con un número de tres dígitos, posteriormente eran tapadas con papel aluminio.

4.- Las muestras a evaluar eran colocadas en una charola, si se usaban referencias en la prueba estas eran colocadas en enfrente de las copas, la preparación de las referencias se describe en la fase 2, la charola que se presentaba al juez se muestra en la figura 7.

5.- La evaluación se realizó en mamparas de color blanco, que contaban con luz blanca y luz roja, debidamente separadas. Dentro de estas mamparas era colocada la charola con las muestras, 1 vaso de plástico de 200 mililitros con agua purificada, 1 servilleta y un vaso de unicel de 1 L, dentro de éste se coloca una bolsa de plástico (la cual se utilizaba para expectorar el agua para enjuague) y el cuestionario (Figura 7).

La forma de evaluación de los distintos atributos fue la siguiente:

Aspecto:

- Color: Se colocaba la copa a contra luz, a una distancia de 10 centímetros, aprox.
- Resto de atributos: Se agitaba la copa tomada del pie, de 3 a 5 veces y se observaba la copa a contra luz.

Olor

- Se agitaba la copa por el pie de 3 a 5, se destapaba y se acercaba la nariz a la boca de la copa.

Sabor

- Se tomaba un pequeño sorbo de la muestra, se dejaba unos segundos en la boca y se evaluaban los sabores percibidos y al finalizar se escupía la muestra.

Otras sensaciones

- Se tomaba un sorbo de la muestra y enseguida se evaluaban las sensaciones percibidas, siendo el orden de evaluación: quemante, astringente, resabio y adormecimiento.



Figura 7. Descripción ilustrativa para la preparación de las muestras a evaluar.

6.1.4 Entrenamiento en el uso de la metodología QDA

La metodología QDA es un método sensorial que permitió obtener el perfil sensorial del tequila, el desarrollo de la misma se dividió en 4 fases (figura 4), además de contar con una etapa previa de la selección de muestras. La metodología seguida en cada etapa es la siguiente.

6.1.4.1 Fase 1. Desarrollo de un lenguaje común.

Para esta etapa se realizaron 5 sesiones en las cuales se evaluó un total de 9 tequilas (ver tabla 9). En cada sesión se les presentaba a los jueces seleccionados una charola con 6 muestras diferentes, excepto en sesión 1, estas muestras eran tan solo 2 tequilas, cada uno se encontraba a 3 diluciones diferentes, 5.7%, 7.6% y 19%, dando un total de 27 muestras evaluadas para generar los atributos. La preparación de las muestras se describió en el apartado 6.1.3 de la metodología.

Se enfocó el estudio en evaluar 4 características sensoriales fundamentales en el tequila que fueron aspecto, olor, sabor y otras sensaciones generadas. El cuestionario utilizado se presenta en el anexo 1, y en cada característica se generaron una serie de atributos.

Tabla 9. Muestras utilizadas para la generación de atributos.

Sesión	Muestra	Tipo de Tequila
1	TAÑ1	Añejo
2	OTRO1*	Blanco
	OTRO2**	Reposado
3	TR16	Reposado
	TR15	Reposado
4	TAÑ3	Añejo
	TR4	Reposado
5	TR21	Destilado de Agave
	TAÑ3	Añejo

6.1.4.2 Fase 2. Selección de descriptores y estándares.

Después de haber generado una serie de atributos utilizando las muestras de la tabla 9, estos fueron cuantificados y se procedió a seleccionar los atributos más específicos haciendo uso de una serie de referencias, que se muestran en la tabla 10. En sesiones grupales se revisaron los descriptores y se procedió a seleccionar los atributos más importantes a evaluar en el tequila. En estas mismas sesiones se llegó a las definiciones de los atributos a evaluar (tabla 11). Realizadas estas sesiones se elaboró un cuestionario con los atributos elegidos, este cuestionario fue utilizado en dos sesiones donde se evaluaron 4 muestras de diferente tipo de tequila.

Tabla 10. Concentraciones de estándares usados para la generación de atributos.

Solución de etanol 19 %	Sacarosa	3 g/100 ml
	Vainillina	0.3 g/100 ml
	Ácido cítrico	0.09 g
	Cafeína	0.09 g
	Picante	
	Etanol	19%
Tequila al 19 %	Acetato de Etilo	0.0066/50 ml
	Linalool	0.05 g/ 50
	Benzaldehído	0.01 g/50
	Vainillina	0.3/100 ml

Tabla 11. Definición de atributos evaluados del tequila para obtener su perfil sensorial.

<i>Atributo</i>	<i>Definición</i>
ASPECTO	
Color	Color percibido del tequila a contra luz. Este es desarrollado principalmente durante el almacenamiento
Formación de Película**	Grosor del anillo superior formado al agitar la copa
Lagrimo**	Cantidad de gotas (lagrimas) que se deslizan, desde la parte superior de la capa (anillo), por las paredes de la copa hacia la superficie del líquido contenido en la misma Para evaluarlo, esperar al menos 30 seg después de formar la capa
Aceitoso	Resistencia que opone al movimiento el líquido. Viscosidad detectada a simple vista. Para evaluar inclinar la copa de izquierda a derecha, mínimo 2 veces y observar el movimiento del líquido
**Para evaluar agitar 3 a 5 veces la copa.	
OLOR	
Etanol	Nota pungente percibida en la nariz debido a la volatilidad del etanol producido durante la fermentación en la elaboración del tequila
Dulce	Olor a dulce percibido en la nariz debido a compuestos aromáticos volátiles como es la vainillina formada durante el cocimiento del jugo de agave y el reposado del tequila
Cítrico	Aroma percibido en la nariz relacionada a las notas cítricas similares a las presentes en la cáscara de limón y naranja.
Frutal	Aroma percibido de notas dulces, debido a la formación de alcoholes y ésteres durante la fermentación y añejamiento, dando en el tequila notas frutales similares a manzana y/o pera
Madera	Aroma asociado a la madera. Desarrollado durante el almacenamiento del tequila en barricas de roble blanco.
Notas herbales	Aroma percibido en la nariz asociado a pasto verde u hojas verdes.
Agave	Aroma percibido en la nariz asociado al olor característico a mezcal
Floral	La nota percibida en la nariz, asociada a los aromas lavanda y similares que están presentes en diferentes productos. Generados por los alcoholes y cetonas producidos durante la fermentación en la elaboración del tequila
Almendrado	Aroma ligero a almendras, con notas dulces, el cual es formado principalmente durante el añejamiento, así como en los aldehídos producidos durante la fermentación

Tabla 11. Continuación. Definición de atributos evaluados del tequila para obtener su perfil sensorial.

<i>Atributo</i>	<i>Definición</i>
SABOR	
Etanol	Sabor a etanol percibido en toda la lengua. Este compuesto es el principal producto de la fermentación del jarabe de agave
Ácido	Intensidad del estímulo percibido en la punta de la lengua y nervios trigéminos debido a los ácidos orgánicos producidos durante la fermentación. El estímulo es asociado al percibido al comer limón
Amargo	Sabor básico percibido en la lengua. Es un sabor similar el asociado con la cafeína
Seco	Es la sensación de sequedad que deja la bebida en toda la boca, principalmente paladar y lengua. Es una medida de la cantidad de humedad que queda en la lengua después de la ingesta del tequila
Madera	Sabor amaderado que es percibido en la lengua debido al añejamiento del tequila en las barricas de roble
Dulce	Sensación de dulzor dada por la vainillina presente en el tequila.
Condimento clavo	Sensación un tanto picante, producida por el condimento a clavo
Agave	Sabor asociado al que presenta un mezcal
Frescura	Sensación refrescante percibida en el nervio trigémino. Sensación similar a la que se percibe después de ingerir una pastilla mentolada. Sabor a menta o hierbabuena
OTRAS SENSACIONES	
Quemante	Sensación de calor en toda la lengua, así como en la garganta después de ingerirlo
Astringente	Sensación de sequedad y arrugamiento de la lengua, sensación que se presenta cuando hay presencia de sales en la lengua Se evaluara midiendo la intensidad de sequedad en la lengua
Resabio amargo	Duración del resabio percibido que deja el sabor amargo a lo largo de la lengua así como en el paladar.
Adormecimiento	Tiempo que perdura la sensación de adormecimiento en la lengua.

Una vez seleccionados y definidos los atributos a evaluar en el tequila se realizaron una serie de evaluaciones, con las cuales se determinó que era necesario el uso de estándares. Posteriormente se realizó una búsqueda de referencias que pudieran ser utilizadas para ejemplificar cada atributo encontrado en el tequila y así poder utilizarlas como referencias de los mismos. Los resultados de la búsqueda se muestran en la tabla 12. El uso de estándares para el anclaje de las escalas es una metodología común en el entrenamiento de paneles destinados a evaluar tequila (Mecredy, 1974; Benn y Peppard, 1996; Franco García, 1997, Donell, 2001).

Tabla 12. Datos de las muestras usadas para preparación de los estándares, así como intensidad del atributo que representan.

Atributo	Referencias	Escala
ASPECTO		
Color ^c	Tequila Comercial Blanco	1
	Tequila Comercial Reposado 1	3
	Tequila Comercial Reposado 2	6
	Tequila Comercial Añejo 1	8
Formación de Película ^c	Tequila Comercial Reposado 3 al 38 %	4
	Tequila Comercial Añejo 1 al 38 %	6
Lagrimo ^c	Tequila Comercial Añejo 1 al 38 %	4
	Tequila Comercial Reposado 3 al 38 %	7
Aceitoso ^c	Tequila Comercial Reposado 3 al 38 %	4
	Tequila Comercial Añejo 1 al 38 %	7
OLOR		
Etanol ^c	Alcohol Etílico absoluto al 5 %	1
	Alcohol Etílico absoluto al 10 %	3
	Alcohol Etílico absoluto al 19 %	6
Dulce ^b	0.5 g Vainillana/ 100 ml	5
Cítrico ^c	5 uL citral / 100ml	5
Frutal ^a	1 µl manzana / 100 ml	5
	1 µl pera	
Madera ^c	Madera, Roble 1 µL/ 50 ml	5
Notas herbales ^c	3 Hexenol 5µL/ 50 ml	5
Agave ^c	Olor Agave 5 µl / 100 ml	5
Floral ^b	Linalool 40 µL/ 100 ml	5
Almendrado ^c	Benzaldehído 1.5 µL/ 50 ml	
SABOR		
Etanol ^c	Alcohol Etílico Abs 5 %	2
	Alcohol Etílico Abs 10 %	4
	Alcohol Etílico Abs 19 %	8
Ácido ^a	Ac. Cítrico Monoh. 0.06 %	5
Amargo ^a	Cafeína 0.03 % w/v	5
Seco ^a	Whisky Cutty al 10 %	5
Madera ^c	Madera, Roble 1 µL/ 50 ml	5
Dulce ^a	Fructosa 0.30 %	5
Cond: Clavo ^c	Eugenol < 0.1 ml/100ml	5
Agave ^c	Agave 5 µl / 100 ml	5
Frescura ^c	Mentol 0.016 g/200 ml	5
OTRAS SENSACIONES		
Quemante ^c	Alcohol Etílico Abs al 14 %	5
Astringente ^c	Vino Tinto 1 al 7 %	5
	Vino Tinto 2 al 3.5 %	5
Resabio amargo ^a	Cafeína 0.03 % w/v	5
Adormecimiento ^c	Alcohol Etílico Abs al 14 %	5

^a (Franco, 1997)

^b (Benn y Peppard, 1996)

^c (Seleccionado por este grupo de investigación)

PREPARACION DE ESTANDARES

La preparación de los estándares se realizó de la siguiente manera: Se prepararon para todas los estándares en soluciones de tequila blanco 100 Años, Tequila Sauza S.A. de C.V., al 19 % con las cantidades mostradas en la tabla 12, excepto los estándares para los atributos de aspecto, olor y sabor a etanol, seco, quemante, adormecimiento y astringente.

En general para los estándares de olor se prepararon 50 mililitros, para sabor y otras sensaciones 100 mililitros, utilizando matraces volumétricos, y material graduado.

Los estándares se sirvieron en vasos de plástico del # 0, debidamente etiquetadas con un número de tres dígitos, estos vasos eran tapados con su respectiva tapa de plástico, la cantidad que se sirvió para cada juez fue de 3 a 4 mililitros, y de 7 a 8 mililitros, para olor y sabor, respectivamente. Los estándares de aspecto fueron presentados en copas de vidrio, con 15 ml de muestra y tapadas con papel aluminio. (Ver figura 7)

6.1.4.3 Fase3. Uso de escalas. Evaluación de diferentes muestras

En el cuestionario elaborado para evaluar las muestras se hizo uso de una escala estructurada con 10 puntos, donde el punto 1 era la intensidad más baja, el 5, una intensidad intermedia, y el 10 muy intenso (figura 8).

Se utilizó este tipo de escala para que los jueces tuvieran un mejor uso de la escala, ya que estaban familiarizados con la escala decimal.

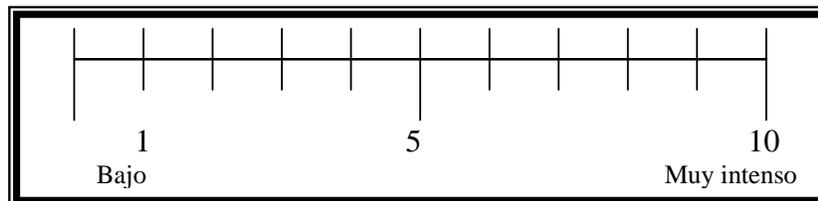


Figura 8. Representación de la escala utilizada para la evaluación de cada atributo.

Una vez que se tuvieron los atributos a evaluar se modificó el cuestionario que constaba de 30 atributos, eliminándose 3 atributos que no eran importantes evaluar en el tequila, siendo la versión final (anexo II) que constó de 27 atributos. En esta se le pidió a cada juez que marcara con una línea sobre la escala la intensidad con que percibía cada atributo.

La preparación de las muestras evaluadas (tabla 13) es la descrita en el apartado 6.1.3 de metodología. En esta tercera fase se evaluaron muestras con el uso de estándares, utilizándose las concentraciones mostradas en la tabla 12, estas concentraciones situaban la intensidad de los atributos a la mitad de la escala, lo que permitió a los jueces que pudieran hacer uso de toda la escala ya que se anclo la intensidad media.

Tabla 13. Muestras de Tequilas usada evaluadas en la fase 3.

Blancos	Reposados		Añejos
TB24	TR4	TR5	TAÑ1
	TR6	TR7	TAÑ2
	TR8	TR9	
	TR10	TR11	
	TR12	TR14	
	TR15	TR16	
	TR17	TR19	

Otra prueba realizada para hacer anclaje de la escala fue una prueba de ordenación de gustos básicos, donde se utilizaron 3 gustos y el sabor a etanol, las concentraciones se muestran en la tabla 14. La forma de preparación de las muestras es igual a lo descrito en la metodología en el apartado 6.1.4.2, Fase, preparación de referencias. La prueba se realizó en una sola sesión, a comparación de las primeras pruebas realizadas en preselección de jueces, esta prueba consistió en una prueba de ordenación de las intensidades del sabor presentado. Esta prueba tuvo por objetivo comprobar que los jueces que componen el panel entrenado conservaran la habilidad de detectar variaciones en la intensidad de los principales gustos básicos así como en el sabor a etanol ya que estos son sabores forman parte de los atributos que se presentan en los diferentes tequilas. De esta manera se asegura que los jueces tienen la capacidad discriminante para detectar las diferencias de intensidad que hay entre muestra y muestra.

Tabla 14. Concentraciones de las soluciones empleadas para la fase 4.

Solución	Concentraciones
Amargo	0.02, 0.03, 0.04, 0.06
Ác. Cítrico	0.01, 0.02, 0.03, 0.04
Glucosa	0.1, 0.2, 0.4, 0.6
Etanol	4.75, 9.5, 14.25, 19

6.1.4.4 **Fase 4. Calibración y comprobación del entrenamiento del panel**

La fase 4 se realizó para calibrar y comprobar que el entrenamiento del panel fue el adecuado, esto se realizó haciendo un seguimiento a detalle de los coeficientes de variación obtenidos a lo largo del proceso. Un coeficiente de variación por debajo de 30 en cada uno de los atributos por muestra nos indica una baja varianza en los datos arrojados por el panel, por lo que se consideró que el panel ya está entrenado para evaluar las muestras de tequila en estudio generando datos confiables y pudiendo así hacer un análisis estadístico de los mismos.

6.2 ANALISIS INSTRUMENTAL DE COLOR

El aparato utilizado para la determinación del color en los tequilas fue el Colorímetro Minolta CM- 3600D. Este colorímetro tiene la capacidad de determinar el color en sólidos y líquidos, variando la forma de calibración. En el primer caso, que es para sólidos, se calibra en reflectancia, cuyas mediciones se realizan colocando la muestra en el exterior del aparato (Figura 9), pero para determinar el color en muestras líquidas, como es el caso del Tequila, se calibra en transmitancia, para realizar estas mediciones se utiliza una celda de cuarzo que es introducida en una cavidad del mismo aparato. Esta cavidad es totalmente negra por dentro, de superficie lisa y cuenta con un tensor, el cual sirve para sujetar firmemente la celda usada. (Figura 10)

Muestras Sólidas



Figura 9. Área del colorímetro donde se evalúan los sólidos.

Muestras Líquidas



Figura 10. Área del colorímetro donde se evalúan los líquidos.

6.2.1 Calibración de equipo

De forma general la calibración del colorímetro Minolta CM- 3600D se realizó de la siguiente manera:

- 1.- Se coloca la parte 1, área de visión grande (Ver partes en figura 11). Este permaneció durante todo el tiempo que se realizaron las mediciones.
2. Se colocó en seguida la parte 2 (blanco). En este caso se utilizó este blanco cerámico para impedir que pase la luz, por la abertura para las muestras sólidas, al interior del aparato y no interfiera en las determinaciones que se llevaran a cabo. Este cerámico blanco también permaneció todo el tiempo que se trabajó con el equipo.
3. Se llevó a cabo la calibración, primero con la parte 3 (negro de calibración), El negro de calibración es totalmente liso y con un color negro homogéneo, una vez que concluyó de calibrarse él negro se saca de la cavidad, mostrado en figura 11, y se calibra posteriormente sin ningún objeto, es decir, se calibra con el aire.
4. Una vez que aparece en la computadora la leyenda de “Calibrate Complete” se procede a determinar el color en las muestras.



Figura 11. Partes utilizadas para la calibración del colorímetro.

Después de ser calibrado el equipo, las condiciones del equipo utilizadas se muestran en la tabla 15. El colorímetro está conectado a una computadora, la cual cuenta con el programa On Color, Mediante este programa se pueden observar los resultados, numérica y gráficamente, generados por el colorímetro.

Tabla 15. Condiciones del colorímetro Minolta 3600 para determinar color en Tequila.

Parámetro	Condición y/o Valor
Forma de Calibración	Transmitancia
No. De disparos o flashes	1
Estándar	Nulo/ Muestra seleccionada
Energía UV	Incluida
Componente especular (SC)	Incluido
Lente o área de visión	Grande
Iluminante	D65 (Luz de día, natural 6,504 K)
Detector	12°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*

6.2.2 Preparación de la Muestra

Se determinó el color de 25 muestras de Tequilas. La evaluación instrumental de color se realizó en las muestras sin una dilución previa. En general se requirió un volumen de 125 mililitros de cada tequila.

El procedimiento en la evaluación instrumental de color fue:

- 1) Limpiar y secar perfectamente la celda de cuarzo usada para determinar color en el colorímetro Minolta 3600
- 2) Vaciar el tequila, sin diluciones, a la celda hasta la línea marcada en la celda.

- 3) Tomar por los costados la celda e introducirla en el área para evaluar líquidos, tal como se muestra en la figura 10.
- 4) Cerrar la abertura con que cuenta esta área y determinar el color, haciendo uso del programa On Color.
- 5) Vaciar el contenido de la celda en un vaso de precipitado debidamente rotulado y enjuagar la celda con agua destilada.
- 6) Repetir paso 1, esto se realizó 5 veces, dando un total de 5 replicas por muestra.



Figura 12. Vista lateral de la celda en el colorímetro.



Figura 13. Vista superior de la celda en el colorímetro.

6.3 CIRCULO AROMATICO DEL TEQUILA

El círculo aromático del tequila se realizó evaluando algunos de los componentes volátiles, identificados por medio de una cromatografía de gases, en tequila blanco y solución de etanol, ambos al 19 %. En este caso se les dio a los jueces del panel entrenado un cuestionario, anexo III, donde se les pidió que identificaran el aroma y sabor que presentaban ambas soluciones, las cuales contenían 1 compuesto volátil.

La preparación de estas muestras es similar a la metodología empleada para preparar las referencias. Se prepararon 200 mililitros, tanto de tequila blanco al 19 % como de la solución de etanol al 19%, en ambas, se peso la cantidad de tabla 16.

Tabla 16. Componentes químicos y concentraciones utilizadas para desarrollar el círculo aromático

Componente	Cantidad (por 100 ml)	Componente	Cantidad (por 100 ml)
Acetato de Etilo	0.013 g	Isobutanol	0.0154 g
Acetaldehído	0.018 g	3-Hexenol	0.003 g
Benzaldehído	0.02 g	Propanol	0.0112 g
Eugenol	0.0008 g	Vainillina	0.3 g
Linalool	0.1 g		

Este trabajo no incluye el perfil cromatográfico del tequila debido a que este trabajo fue realizado anteriormente por el Departamento de Analítica, ubicado en el Edificio B, división de posgrado, a cargo de la Dra. Araceli Peña Álvarez.

Las muestras utilizadas fueron compradas en base a una lista proporcionada por la profesora Peña. Por lo que las muestra que fueron evaluadas en este proyecto, corresponden a las muestras utilizadas para la obtención del perfil cromatográfico. Para fines de este proyecto, las muestras serán manejadas a lo largo de todo el proceso únicamente con claves, como se observa en la tabla 7.

6.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico es parte indispensable del análisis sensorial, esta técnicas estadísticas tienen un sin numero de propósitos, pero principalmente sirve para poder obtener resultados y conclusiones razonables del trabajo experimental realizado.

En análisis de varianza es el tratamiento estadístico más empleado en el análisis descriptivo y otras pruebas sensoriales cuando son comparados más de dos productos. Esta es una herramienta muy sensitiva que permite ver si hay variables en el tratamiento o cambios como los producidos en las propiedades sensoriales de los productos. (Lawless, 1999)

Para este trabajo los resultados generados en el análisis sensorial y análisis instrumental de color fue utilizado el análisis de varianza (ANOVA), a una vía, donde se explica la diferencia entre una variable, en este caso la diferencia o similitud entre muestras. Se detectó por medio de F de Snédecor para un factor y para t niveles, nivel de significancia de $\alpha=0,01$, en el caso del análisis instrumental de color y para la elaboración de perfil sensorial un nivel se significancia de $\alpha=0,05$. Al mismo tiempo se realiza la Prueba LSD (Least Significant Difference) entre las muestras, cuyo fin de esta prueba es determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mismas. Todo el análisis estadístico realizado se llevó a cabo empleando el software Stat Graphics for Windows 5.1, Profesional Edition.

Un ejemplo del análisis estadístico utilizando este programa, de los resultados obtenidos en análisis sensorial para el tequila añejo, reposado, blanco para uno de los atributos, se muestra en los anexos IV, V, VI, respectivamente.

7

RESULTADOS

7.- RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS SENSORIAL

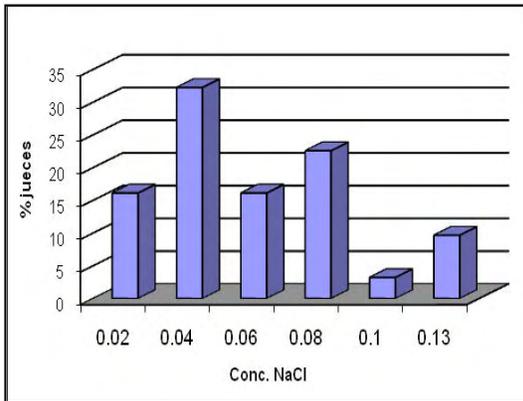
7.1.1 Preselección de catadores

El número de personas interesadas en realizar las pruebas de preselección fue de 39, siendo el 82 % mujeres (32) y 18 % de hombres. Los resultados de las 4 pruebas realizadas fueron las siguientes:

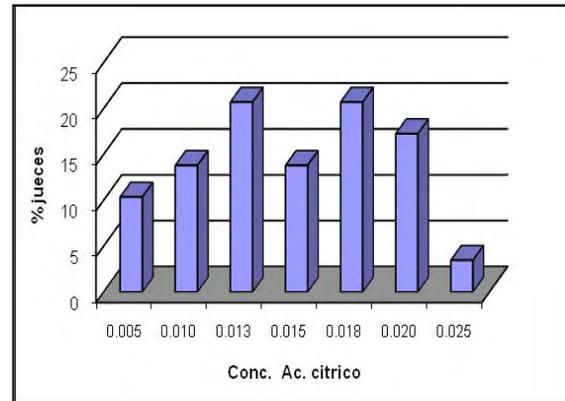
- a) Pruebas de umbral. Esta prueba inicio con una asistencia de 31 personas interesadas en formar parte del panel. Se evaluaron 4 gustos básicos. En general los datos generados en esta prueba fueron comparados con umbrales obtenidos por un grupo de jueces mexicanos, alumnos de la facultad de química (Hernández, 2006).

En la gráfica 2 se puede observar que la concentración mínima a la cual la mayoría de los jueces detectaron el salado fue de 0.04 %. Si el umbral reportado por Hernández (2006), fue de 0.03 %, indica que los individuos que participaron en esta etapa detectan el salado a una concentración mayor. Sucede lo mismo en el gusto ácido (gráfica 3), ya que el umbral reportado por Hernández fue de 0.01%, y la concentración mínima a la cual fue detectado por la mayor cantidad de jueces fue de 0.013%. En cambio se observa en las gráficas 4 y 5, correspondiente a los gustos dulce y amargo respectivamente, que la concentración mínima perceptible fue de 0.05 y 0.003, respectivamente, si los umbrales reportados por Hernández corresponden a 0.3% (dulce) y 0.01% (amargo), indica que los participantes de esta etapa detectan estos dos gusto a una concentración menor.

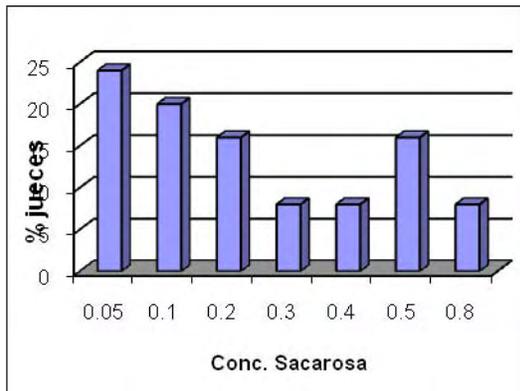
En general se muestra que las personas que realizaron esta etapa de preselección detectan a concentraciones mayores, respecto al umbral reportado por Hernández, los gustos salados y ácidos, mientras que el dulce y amargo lo detectaron a concentraciones más bajas. Esto debido al tipo de dieta que tiene el mexicano donde en los últimos tiempos se ha visto un incremento en el consumo de alimentos ácidos y salados, haciendo que estos gustos sean detectados a una concentración mayor.



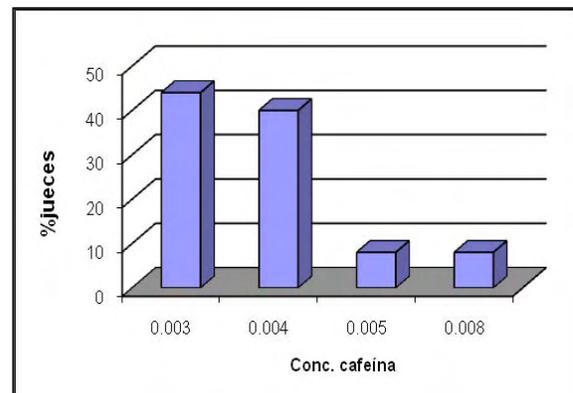
Gráfica 2. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto salado.



Gráfica 3. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto ácido.

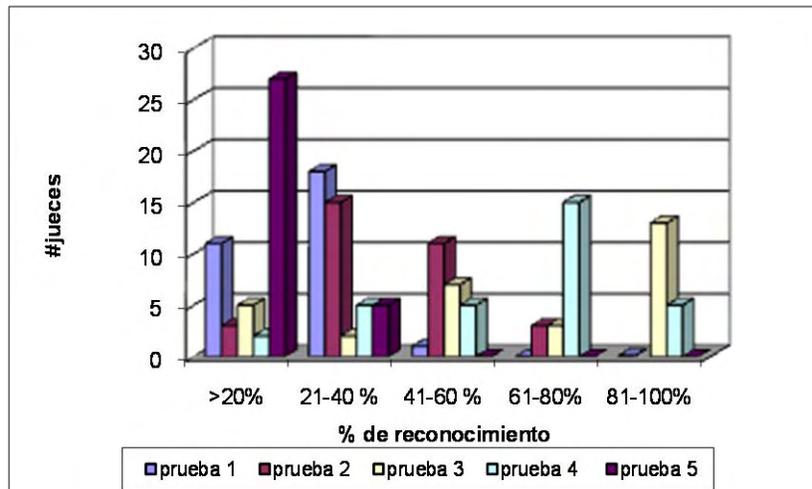


Gráfica 4. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto dulce.



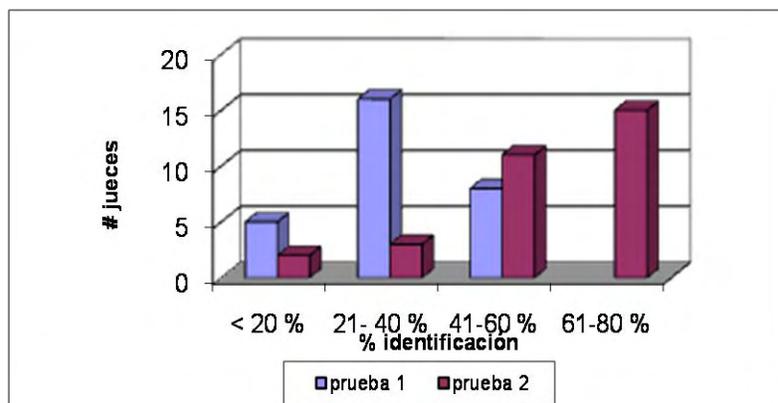
Gráfica 5. Concentraciones evaluadas en el umbral del gusto amargo.

b) Reconocimiento de olores: En la gráfica 6 se observa que la prueba 5 fue en la que un mayor número de jueces tuvo el menor porcentaje de reconocimiento, lo que indica que gran parte de los participantes no identificaron los olores de mango, tamarindo, yogurt de durazno y res. En cambio en la prueba 3 y 4, que comprende olores como clavo, pimienta, mandarina, limón, café, hierbabuena y jazmín, los participantes presentaron un alto porcentaje de reconocimiento. Esto indica que la mayoría de los participantes presentaron una buena capacidad de reconocimiento de notas condimentadas, cítricas y algunas florales, lo cual fue importante y requerido para ser parte del panel entrenado ya que algunas de estas notas están presentes en el tequila.



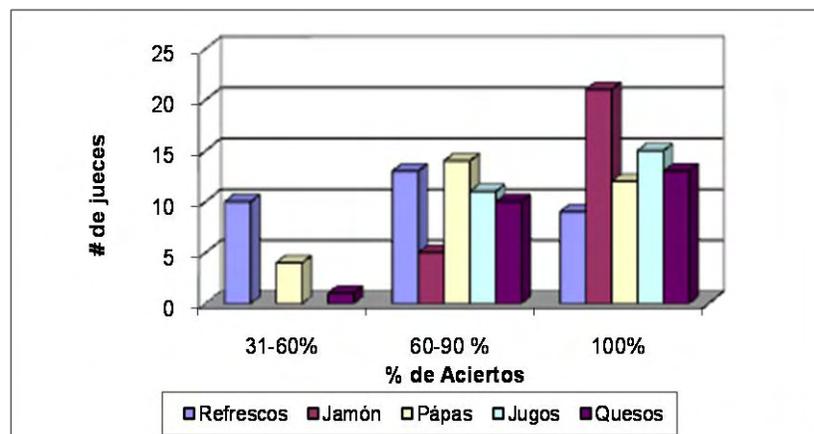
Gráfica 6. Porcentaje de reconocimiento de olores.

c) Memoria olfativa: En la gráfica 7 se observa que en un gran número de jueces tuvo un alto porcentaje de identificación de olores de las pruebas 3 y 4, lo que indica que olores como hierbabuena, mantequilla, notas, verde, naranja, canela, café, nardo, orégano clavo y fresa fueron los olores que más recordaron e identificaron con mayor facilidad. Esta prueba fue importante por que una de las características requeridas en los jueces fue que pudieran memorizar notas olfativas ya que esto les permitiría reconocer estos aromas en el tequila, así como detectar diferencias en la intensidad de los mismos.



Gráfica 7. Porcentaje de identificación en memoria olfativa.
Prueba 1 se evaluaron 10 olores, prueba 2 se evaluaron 13 olores

d) Pruebas Discriminativas. Como se puede ver en la gráfica 8, un gran número de jueces tuvieron en los 5 productos evaluados, mostrados en la tabla 7, un 100 % de aciertos, pero en general la gran mayoría de los participantes tuvo más del 50 % de aciertos en las pruebas discriminativas, siendo el jamón y los jugos los productos en los que detectan mejor las diferencias entre las muestras. Por los resultados mostrados en este tipo de prueba se puede concluir que las personas participantes presentaron una buena capacidad discriminante.



Gráfica 8. Porcentaje de aciertos obtenidos de los 5 productos evaluados en las pruebas discriminativas.

7.1.2 Selección de catadores

En un inicio fueron seleccionadas 22 personas, de las cuales el 77% fueron mujeres (17) y 23% hombres (5), con edades comprendidas entre 20- 25 años, excepto una participante, cuya edad era mayor a esta. La selección de jueces se baso en los resultados de las pruebas de umbral, reconocimiento de olores, memoria olfativa y discriminativas, donde se eligieron aquellas personas que:

- i. En las pruebas de reconocimiento de olores, tuvieran un porcentaje de reconocimiento mayor del 50 % en 3 de las 5 pruebas.
- ii. En las pruebas de reconocimiento de olores se tuvieran más del 30 % de identificación en ambas pruebas realizadas. Se considero este bajo porcentaje de identificación debido a los resultados presentados por los participantes (ver gráfica 8), y que además presentaran buena memoria olfativa.

- iii. En las pruebas discriminativas tuvieron más del 60 % de aciertos en 3 de los 5 productos evaluados, siendo preferentes las pruebas realizadas en jugos y refrescos, ya que estos productos son bebidas, igual que el producto a evaluar, tequila.
- iv. Su asistencia promedio fuera más del 75 %.
- v. Y muy importante, que tuvieron el deseo de ser participes del panel de tequila.

La selección de los jueces se realizó en base en los anteriores puntos debido a que la ASTM (1981) recomienda que los catadores elegidos hayan realizados las pruebas anteriores de preselección. También recomienda que los resultados cada juez tenga 100 % de respuestas correctas en las pruebas de reconocimiento y en las pruebas discriminativas, triangulares en específico, ≥ 60 % de aciertos (Bárcenas, 2000).

La elección de jueces con estos resultados nos dan una mayor probabilidad de tener un panel con una buena capacidad discriminante y de esta manera generar resultados confiables y reproducibles.

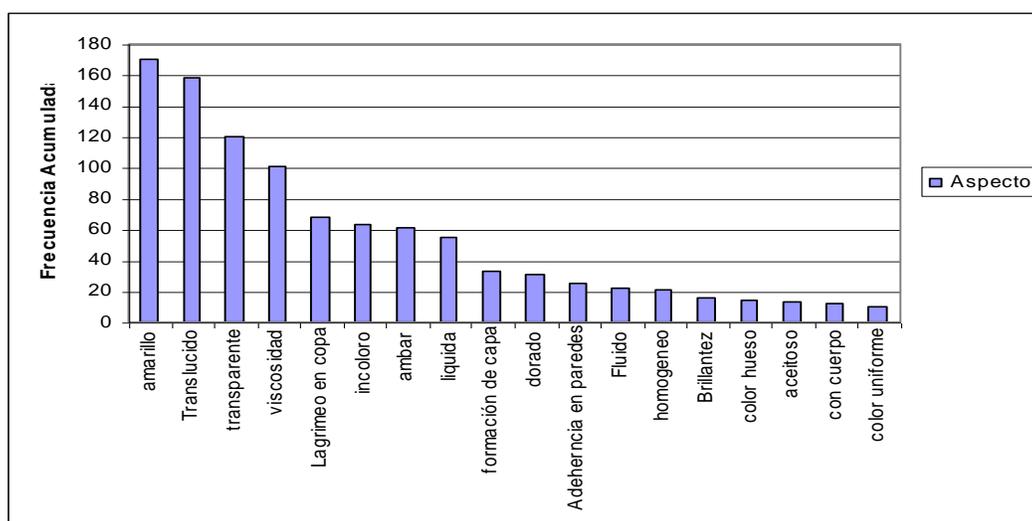
A lo largo del proceso se fue reduciendo el número de jueces que comprendían el panel entrenado. Para las fases de descriptores, cuyos resultados se mencionan más adelante del presente trabajo, se contó con los 22 jueces seleccionados. Sin embargo para las primeras muestras evaluadas se contó con solo 19 jueces, 15 mujeres y 4 hombres. A lo largo de la etapa de entrenamiento fue disminuyendo este número, por lo que para evaluar las muestras finales de tequila se contó con un panel entrenado que constaba de 12 personas, de las cuales únicamente había un hombre.

7.1.3 Entrenamiento en el uso de la metodología QDA

7.1.3.1 Fase 1. Desarrollo de un lenguaje común

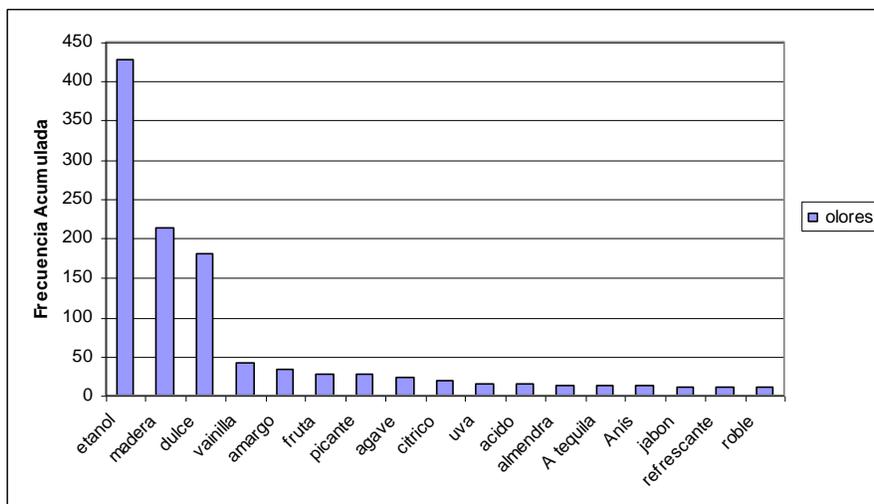
El número de atributos generados por los jueces seleccionados en las 27 muestras evaluadas, de mayor a menor frecuencia, fueron los siguientes:

- ↪ 25 atributos para aspecto: amarillo, translucido, transparente. Viscoso, lagrimeo en copa, incoloro, ámbar, líquida, formación de capa, dorado adherencia en paredes, fluido, homogéneo, brillantez, color hueso, aceitoso, con cuerpo, color uniforme, beige, color plateado, denso, color crema, cristalino, opaco, color café, no espeso. La frecuencia acumulada con la que fueron mencionados se muestra en la gráfica 9.



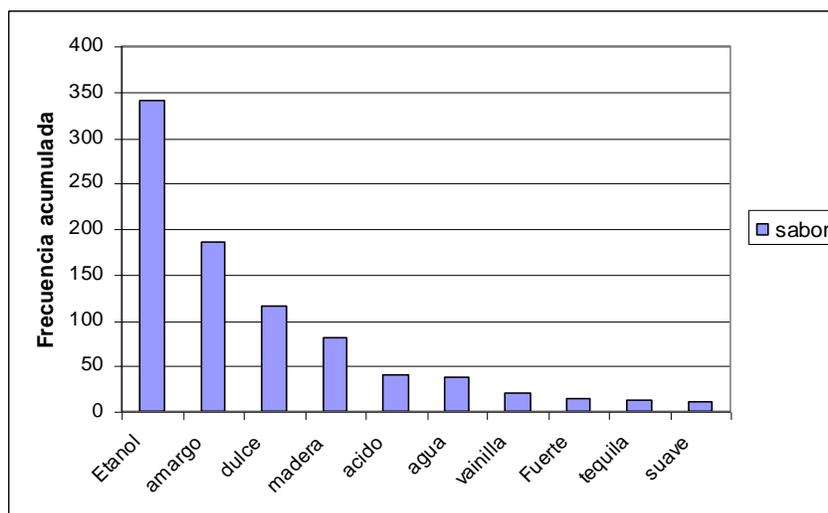
Gráfica 9. Atributos generados con mayor frecuencia para aspecto.

- ↪ 51 Atributos para olor: etanol, madera, dulce, vainilla, amargo, fruta, picante, agave, cítrico, uva, ácido, almendra, tequila, anís, jabón, refrescante, roble, chocolate, pungente, manzana, astringente, limón, perfume, nuez, metálico, herbal, barrica, plástico, maguey. Corcho, tierra húmeda, no seco, humedad, azúcar, tabaco, rompopo, medicina, añejo, agrio, bambú, cava, cereza, crema de café, mantequilla, musgo, quemado, rama seca, rancio, solvente, hierba. Donde los últimos 12 descriptores tuvieron una frecuencia acumulada de 1 (Gráfica 10).



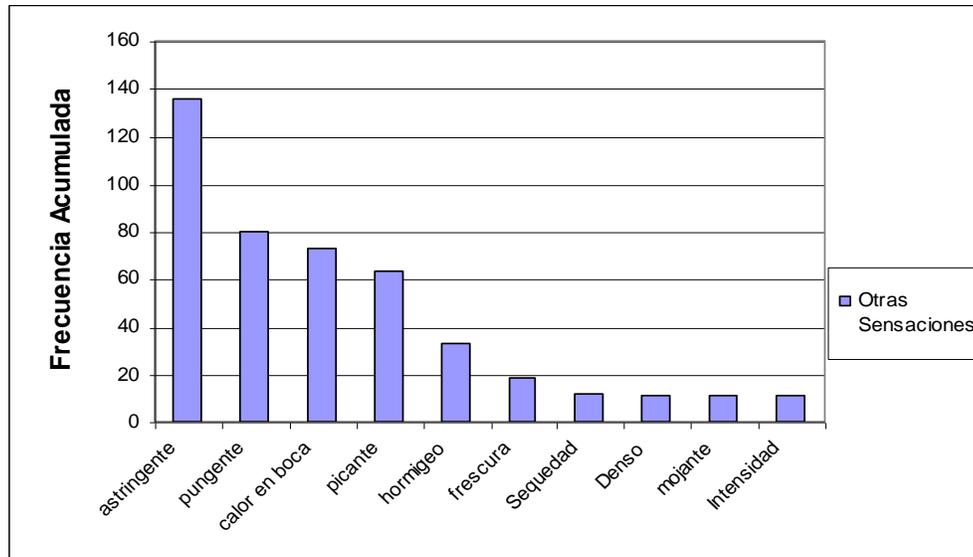
Grafica 10. Atributos generados con mayor frecuencia en olor.

↪ 35 Atributos para sabor: etanol, amargo, dulce, madera, ácido, agua, vainilla, fuerte, tequila, suave, refrescante, añejo, frutal, maguey, uva, chocolate envinado, especias, humo, insípido, agave, almendras, chocolate, agrio, caramelo, anís, café, cítrico, irritante, manzana, perfume, planta, reposo, seco, tierra, vainilla-nuez. Donde los últimos 11 descriptores tuvieron una frecuencia de 1 (Gráfica 11).



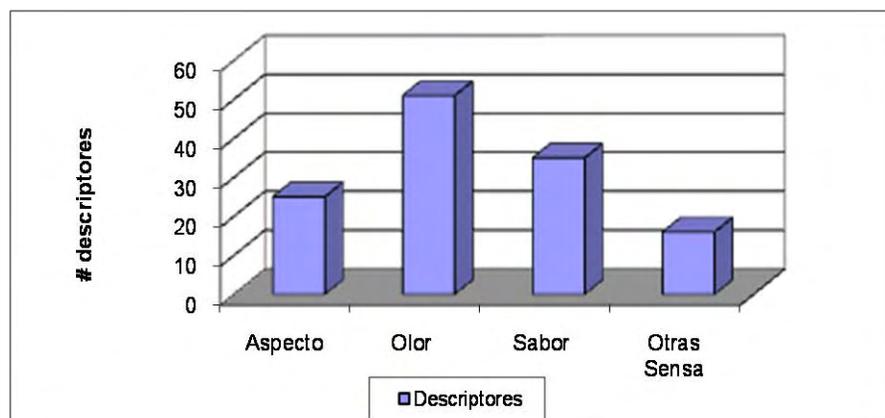
Grafica 11. Atributos generados con mayor frecuencia en sabor.

↪ 16 Atributos de otras sensaciones: astringente, pungente, calor en boca, picante, hormigueo, fresca, sequedad, denso, mojante, intensidad, resabio amargo, adormecimiento, buena calidad, quemante, resabio metálico, sensación fría, película permanece, siendo los dos últimos, descriptores con una frecuencia de 1 (Gráfica 12).



Gráfica 12. Atributos generados con mayor frecuencia en otras sensaciones.

En general en esta primera fase se generaron *127 atributos*, el número de estos en cada característica se muestra en la gráfica 13. Se muestra que fueron generados un mayor número de descriptores para olor y sabor (Gráfica 13).

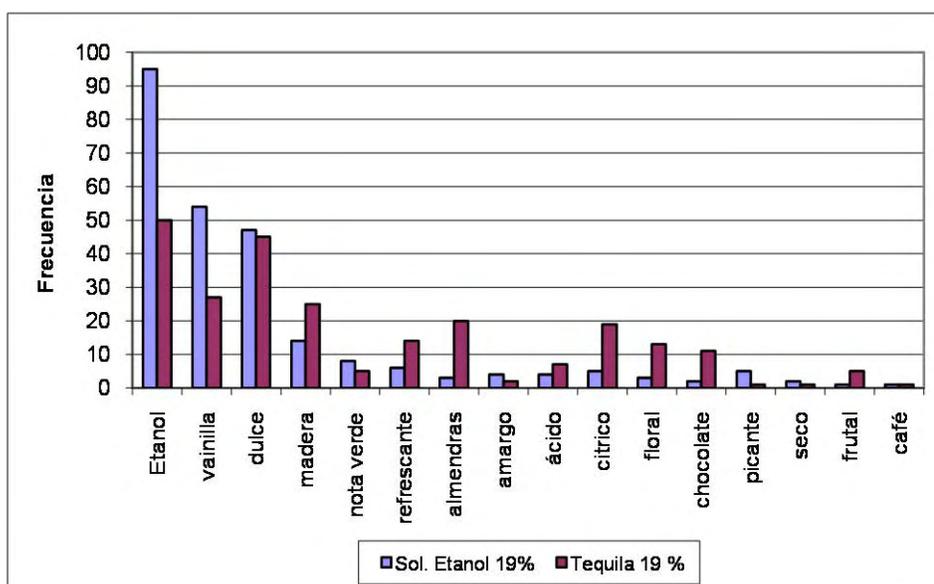


Gráfica 13. Numero de atributos generados en fase 1.

7.1.3.2 **Fase 2. Selección de atributos y lenguaje común**

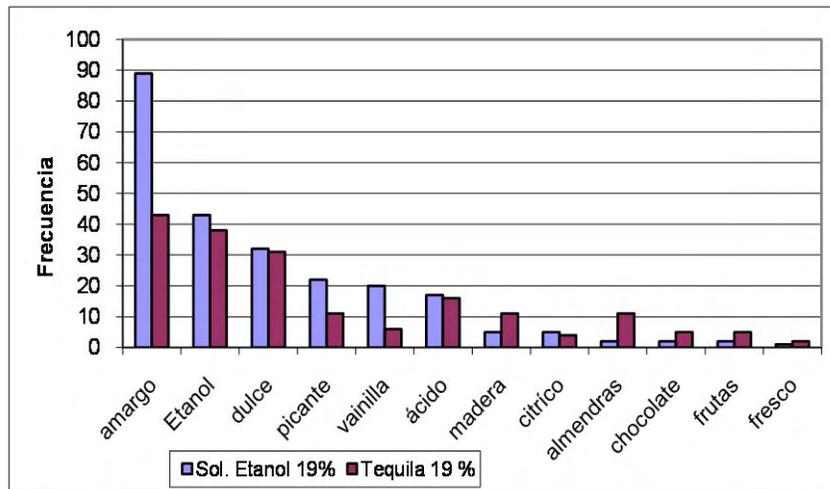
Una vez generados los 127 atributos con muestras de tequilas, fue conveniente reducir este número de atributos ya que el vocabulario ideal consiste en tener una lista de términos que describan de un modo exacto y preciso las características requeridas sin provocar fatiga. Para reducir este número de atributos se realizaron dos sesiones con los jueces donde la evaluación del olor se llevó a cabo en una solución de tequila blanco al 19% de etanol y una solución de etanol a la misma concentración. Los resultados se analizan a continuación.

↪ Olor: En la gráfica 14 se observa que los olores etanol, vainilla y dulce son detectados con mayor frecuencia en la solución de etanol, esto debido a que el etanol, como tal, presenta notas dulce potenciando este aroma. En cambio los aromas más característicos en el tequila como son las notas a madera, verde, almendras, ácido, floral, frutal, fueron detectadas con mayor frecuencia en la solución de tequila blanco al 19 %, en comparación con lo detectado en la solución de etanol a la misma concentración. Esto indica que son aromas característicos presentes en el tequila ya que, aun cuando se usaron estándares de olores, se facilitó su detección, obteniéndose una alta frecuencia de detección.



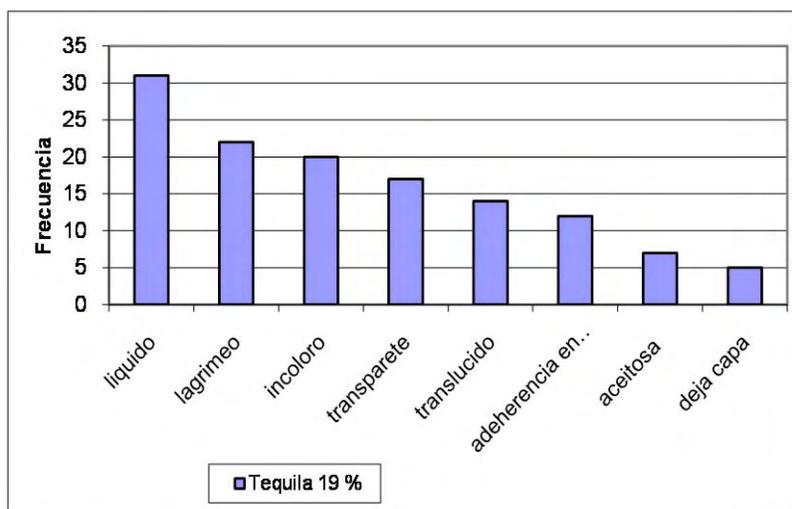
Gráfica 14. Atributos de olor generados con uso de estándares en tequila y sol. de etanol.

↪ Sabor: Los sabores que se presentaron en ambas soluciones son los mostrados en la gráfica 15, y en general se observa que las notas de sabor se perciben mejor en las soluciones de etanol al 19 %, ya que se tuvo una frecuencia acumulada mayor. Los sabores que se presentaron con alta frecuencia en ambas soluciones fueron etanol, amargo, dulce y ácido.



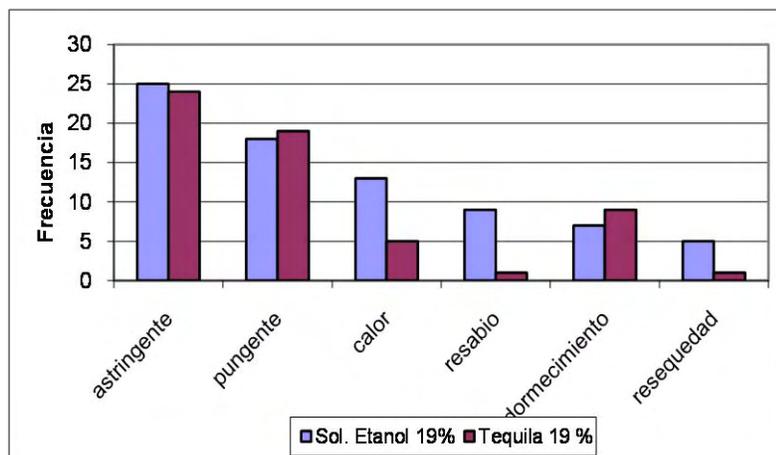
Gráfica 15. Atributos de sabor generados con uso de estándares en tequila y solución de etanol.

↪ Aspecto: Únicamente se obtuvieron estándares de estas características con la solución de tequila, ya que es la que tenía el cuerpo necesario para dar atributos de aspecto (Gráfica 16).



Gráfica 16. Atributos de aspecto generados con uso de estándares en tequila.

↪ Otras sensaciones. En la gráfica 17 se observa que la sensación pungente y adormecimiento son las sensaciones que fueron detectadas con mayor frecuencia en la solución de tequila al 19 %. El detectar estas sensaciones con mayor frecuencia en el tequila nos indicó que se trata de atributos que son característicos en el tequila y por tal fue importante cuantificarlos.



Gráfica 17. Atributos de sensaciones generados con estándares en tequila y solución de etanol.

De los 127 atributos generados en la primera fase, se redujo este número debido a que, por un lado, se eliminaron términos repetitivos, términos que en diferentes palabras se referían al mismo sabor como fue vainillina y caramelo, que se encuentran englobados en el término dulce, así como ámbar, amarillo, incoloro y dorado se engloban en lo que es color. Otro de los aspectos que favoreció la reducción de términos fue el evaluar diferentes atributos como el olor a madera, dulce, etc, en soluciones de etanol y tequila blanco para descartar aquellos atributos que no fueran sobresalientes (fase 2). El número total de descriptores seleccionados fue de 30, los cuales se dividieron como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Atributos seleccionados inicialmente.

Aspecto	Olor	Sabor	Otras sensaciones
Color Lagrimo Formación de capa Aceitoso Viscosidad	Etanol Dulce Cítrico Frutal Madera Notas herbales Amargo Agave cocido Floral	Etanol Ácido Amargo Seco Madera Dulce Condimento a clavo Agave Frescura Picante	Ardor Quemante Astringente Resabio amargo Burbujeante Adormecimiento

Una vez seleccionados los atributos a evaluar en el tequila se evaluaron 3 tequila, 1 de cada tipo. Los resultados mostrados en las tablas 18 a 21, muestran que hubo atributos donde se tuvo un coeficiente de variación por arriba de 100, en los tres tipos de tequila, como en viscosidad y burbujeante. En general se observa en estas gráficas que el tequila blanco tuvo los coeficientes de variación más altos en los atributos de aspecto, sabor y otras sensaciones.

Para aspecto (tabla 18), el atributo de formación de película obtuvo el menor coeficiente de variación.

Tabla 18. Valores generados en aspecto en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.

TEQUILA		ASPECTO				
		<u>viscosidad</u>	<u>Color</u>	<u>formación de película</u>	<u>lagrimo</u>	<u>Aceitoso</u>
BLANCO TB22	Promedio	2	2.8	5.1	3.5	3.2
	CV	127	129.4	62.3	87.3	94.2
REPOSADO TR13	Promedio	2.3	4	5.2	5.3	3.7
	CV	101.7	55	56	52.3	78
AÑEJO TAÑ3	Promedio	3	3.4	4.9	4.5	4.1
	CV	107	86.9	71.8	82.1	81.2

En olor (tabla 19), los tres tipos de tequilas, tuvieron el menor coeficiente de variación en los atributos de etanol y dulce.

Tabla 19. Valores generados en olor en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.

TEQUILA		OLOR								
		etanol	dulce	cítrico	Frutal	madera	notas herbales	amargo	agave cocido	Floral
BLANCO TB22	Promedio	7.1	5.2	4.3	4.5	3.9	3.1	1.7	2.8	3.9
	CV	34.3	53.1	74	63.4	83.6	95.6	154.9	101.9	87.5
REPOSADO TR13	Promedio	4.7	3.8	3	3.2	6.3	5.5	3.5	3.6	3
	CV	64.6	66.1	77.6	77.8	38.5	49.2	81.8	93	90.1
AÑEJO TAÑ3	Promedio	4.9	4.6	3.9	3.8	4	5	2.7	3.9	3
	CV	63.1	47.8	69.2	57.4	65.2	55.4	98	66.3	73.7

En sabor (**tabla 20**), el atributo con menor coeficiente de variación fue el sabor a etanol.

Tabla 20. Valores generados en sabor en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.

TEQUILA		SABOR									
		etanol	ácido	amargo	seco	madera	dulce	condimento: clavo	agave	picante	ardor
BLANCO TB22	Promedio	5.6	2.9	3.5	4.6	2.8	4.1	2	2.5	3.5	3.4
	CV	51.7	97.5	85.9	55.6	102.6	75.5	129.5	99.1	92.9	104.7
REPOSADO TR13	Promedio	6.5	3.9	5.8	5.5	5.2	2.8	2.5	3.2	5.7	5.6
	CV	41.3	69	54.2	55.4	49.7	92.1	98.7	83.7	48.8	55.1
AÑEJO TAÑ3	Promedio	6.7	3.9	5.4	3.8	5	2.7	2.3	3.2	5.6	5.2
	CV	40.3	76	55.2	84	52.3	90	84.2	67.8	44.3	50.8

En otras sensaciones (**tabla 21**), el atributo con el menor coeficiente de variación fue la frescura, mientras que burbujeante obtuvo el mayor coeficiente de variación.

Tabla 21. Valores generados en otras sensaciones en la 1ª evaluación realizada con los 30 atributos seleccionados.

TEQUILA		OTRAS SENSACIONES					
		frescura	quemante	astringente	resabio amargo	burbujeante	adormecimiento
BLANCO TB22	Promedio	4.4	2.9	3.8	2.7	1.5	3.2
	CV	69.3	112.8	85.9	105.2	156.5	95.6
REPOSADO TR13	Promedio	4.9	5.9	5.2	4.5	1.9	4.9
	CV	55.3	52.7	62.5	77.3	111.6	62.2
AÑEJO TAÑ3	Promedio	5.3	5	4.4	4.3	2.1	5.1
	CV	48.1	60.8	75.1	71.6	140.1	63.2

Una vez realizada esta primera evaluación se procedió a realizar una sesión grupal, donde por un lado se eliminaron algunos atributos ya que los jueces consideraron algunos términos como repetitivos, tal es fue el caso de quemante y ardor, así como se omitieron aquellos atributos que no eran importantes evaluar en el tequila, como lo fue burbujeante y picante. De esta forma al finalizar esta etapa el número total a evaluar en el tequila fue de 26 (tabla 22), en esta misma sesión, al elegir los atributos se definió cada uno de ellos, ver definiciones en tabla 11 en Materiales y Métodos.

Tabla 22. Atributos finales seleccionados evaluados en el tequila.

Aspecto	Olor	Sabor	Otras sensaciones
Color Lagrimo Formación de capa Aceitoso	Etanol Dulce Cítrico Frutal Madera Notas herbales Agave cocido Floral Almendrado	Etanol Ácido Amargo Seco Madera Dulce Condimento a clavo Agave Frescura	Quemante Astringente Resabio amargo Adormecimiento

7.1.3.3 **Fase 3. Uso de escalas. Evaluación de diferentes muestras.**

Se observa en las tablas 18 a 21, que en esta primera evaluación los coeficientes de variación presentados en cada atributo fueron muy altos debido a que los jueces seleccionados no contaban con un entrenamiento ni experiencia previa en evaluaciones sensoriales de bebidas alcohólicas. Los resultados generados muestran que los jueces no sabían hacer uso de la escala, y reconocer las distintas intensidades de los atributos percibidos, ya que en un mismo atributo (como burbujeante) se llegó a tener la mínima calificación, 1 así como también la máxima que fue un 10. Los atributos que tuvieron una mayor variabilidad fueron los de aspecto, viscosidad, el olor amargo, agave, sabor madera, picante, ardor y en otras sensaciones, burbujeante, en estas tres su coeficiente fue mayor a 90.

Para lograr el anclaje de las escalas, en esta etapa se utilizaron estándares para cada atributo, pidiendo a los jueces que evaluaran diferentes muestras de tequila utilizando los estándares para evaluar el atributo correspondiente. Con esto se consiguió que los

jueces se familiarizaran con estos atributos, además de que aprendieran a hacer un mejor uso de la escala.

Para mejorar el anclaje de las escalas, se realizaron pruebas de ordenación de gustos básicos, los resultados de la prueba, tabla 23, muestran en general todos los jueces tenían una buena capacidad discriminante ya que cada uno tuvo más del 50 % de aciertos en las 4 pruebas realizada, exceptuando el juez 11. En el caso del gusto dulce es donde se tiene un menor porcentaje de aciertos, en esta prueba se utilizó la glucosa para generar el gusto dulce, por lo que no se puede correlacionar con el umbral del gusto dulce obtenido en la etapa de preselección.

Tabla 23. Porcentaje de aciertos en prueba de ordenación de gustos básicos.

Juez	% Aciertos			
	Amargo	Ácido	Glucosa	Etanol
1	50	100	50	50
2	100	50	25	50
3	50	50	25	75
4	100	100	75	75
5	100	100	50	100
6	100	100	50	100
7	50	100	50	100
8	50	100	50	100
9	100	100	50	100
10	100	100	75	25
11	50	25	50	50
12	100	100	75	25

Como resultado de la evaluación de diferentes muestras y con ayuda de los estándares, se logro que los jueces hicieran un mejor uso de la escala empleada, ya que al principio de este proyecto solo se ocupaban los extremos, y a través de las evaluaciones realizadas se logró anclar las mismas lo que permitió a los jueces usar el rango adecuado para evaluar los tequilas (figura 14). Como resultado de esto, se observa en la tabla 24 los coeficientes de variación disminuyeron considerablemente, comparados con los obtenidos en las evaluaciones realizadas de la fase 2.

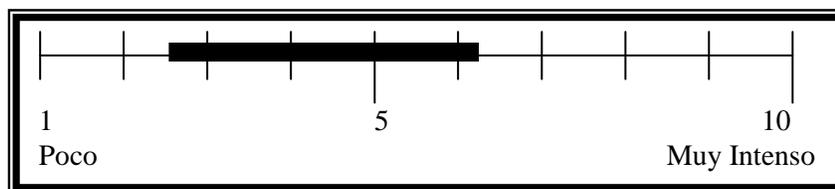


Figura 14. Anclaje realizado de la escala.

Tabla 24. Diferencias en los coeficientes de variación a través del entrenamiento realizado.

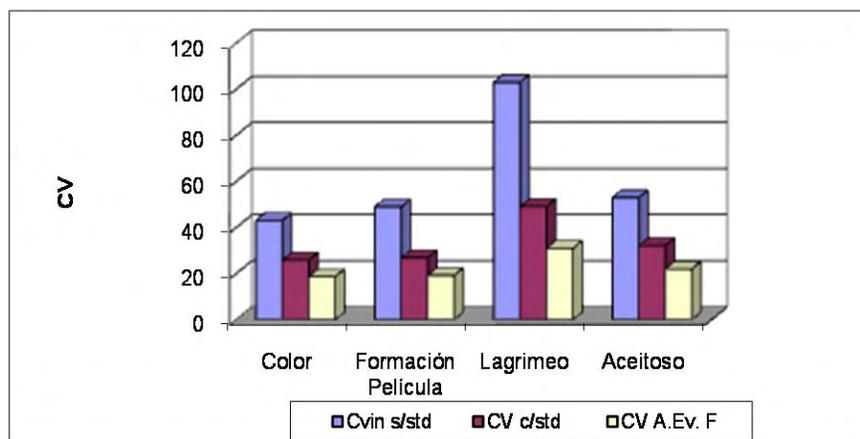
ASPECTO	<u>CVin s/std</u>	<u>CV c/std</u>	<u>CV A.Ev.F.</u>
Color	43.1	25.9	18.7
Formación Película	49	26.9	19.2
Lagrimo	103	49.1	31.0
Aceitoso	53	32.2	22.0
OLOR			
Etanol	30.8	25.8	20.1
Dulce	34.7	29.86	11.2
Cítrico	52.2	23.6	25.6
Frutal	43.2	25.2	19.0
Madera	52.4	18.9	22.8
Herbal	69.7	43.35	30.0
Agave	92.1	47.4	30.9
Floral	73.3	61.1	30.5
Almendrado	62.2	36.4	24.6
SABOR			
Etanol	42.6	27.8	20.6
Ácido	57.9	51.6	27.2
Amargo	47.7	39.2	27.9
Seco	72.2	33.2	27.7
Madera	48.9	32.3	27.3
Dulce	63.6	71.6	31.5
Clavo	79.6	54.4	19.3
Agave	74.5	27.1	20.1
Frescura	88.3	57.5	28.5
OTRAS			
Quemante	55.9	42.4	26.2
Astringente	66.4	36.85	24.7
Resabio	58.4	36.5	24.7
Adormecimiento	73.1	56.15	33.8

CVin s/std= CV inicial sin referencias
 CV c/std=CV con referencias
 CV A.Ev. F.= CV antes de evaluación final

7.1.3.4 Fase 4. Calibración y comprobación del entrenamiento del panel

En las gráficas 18 a 21 se observan las diferencias de los coeficientes de variación que se presentaron durante las evaluaciones realizadas en esta etapa de entrenamiento, en general se observó que con ayuda de los estándares usados para evaluar las muestras se consiguió disminuir gradualmente todos los coeficientes de los atributos evaluados, la gran mayoría de estos por debajo de 30. Los CV presentados en color, formación de película, sabor y olor a etanol fueron de los más bajos desde el inicio del entrenamiento, en cambio el coeficiente más alto que se presentó en un inicio fue la formación de película, esto se debió a que ninguno de los jueces elegidos estaba familiarizado con esta terminología, pero cuando se evaluó con estándar el coeficiente disminuyó drásticamente.

Los CV que permanecieron por arriba de 40 con uso de estándares fueron olor, herbal, agave y floral, sabor dulce, ácido, fresca y sensación de adormecimiento, en general estos atributos fueron de los más difíciles a ajustar al panel ya que no se tenía una clara diferencia en las intensidades. Pero a lo largo de las evaluaciones realizadas, se logró percibir las diferencias de las intensidades de estos atributos, obteniendo así un coeficiente de variación por debajo de 30 en estos atributos.

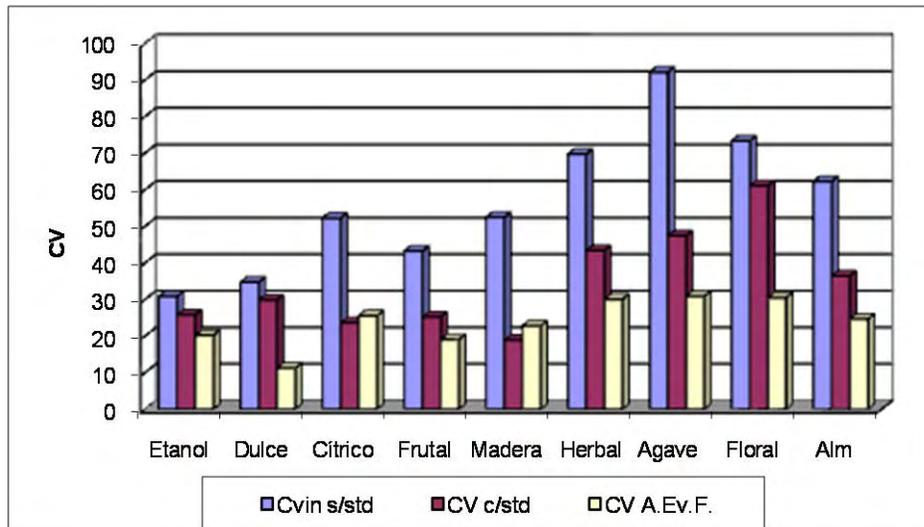


Gráfica 18. Diferencias de los CV de atributos de aspecto durante las evaluaciones realizadas.

CVin s/std= Coeficiente de variación inicial sin estándar

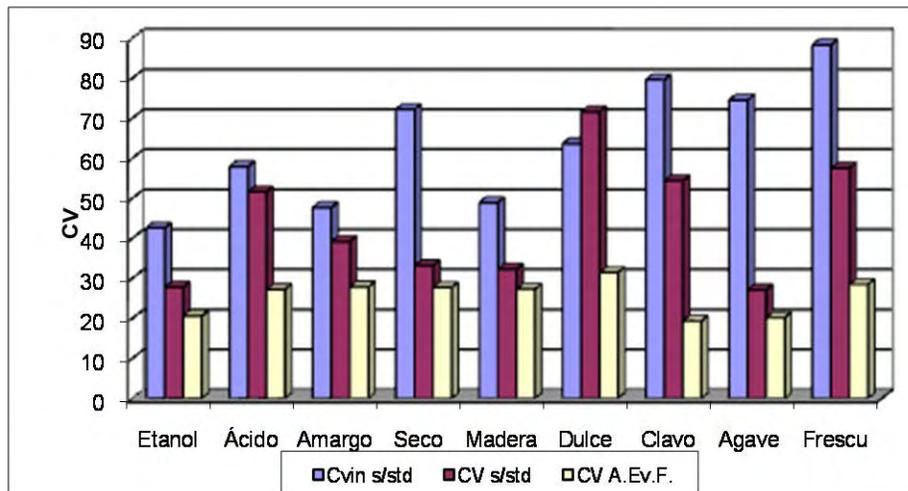
CV c/std=Coeficiente de variación con estándares

CV A.Ev. F.= Coeficiente de variación antes de evaluación final



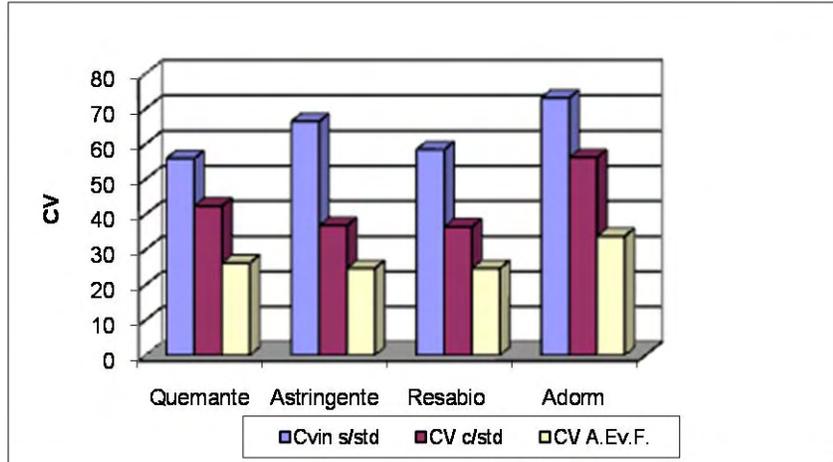
Gráfica 19. Diferencias de los CV de atributos de olor durante las evaluaciones realizadas.

CVin s/std= Coeficiente de variación inicial sin estándar
 CV c/std=Coeficiente de variación con estándares
 CV A.Ev. F.= Coeficiente de variación antes de evaluación final



Gráfica 20. Diferencias de los CV de atributos de sabor durante las evaluaciones realizadas.

CVin s/std= Coeficiente de variación inicial sin estándar
 CV c/std=Coeficiente de variación con estándares
 CV A.Ev. F.= Coeficiente de variación antes de evaluación final



Gráfica 21. Diferencias de los CV de atributos de otras sensaciones durante las evaluaciones realizadas.
 CVin s/std= Coeficiente de variación inicial sin estándar
 CV c/std=Coeficiente de variación con estándares
 CV A.Ev. F.= Coeficiente de variación antes de evaluación final

Si se compara los coeficientes de variación de la primera evaluación realizada, sin referencias, y la última evaluación realizada, antes de evaluar las muestras finales, se observa que los CV fueron disminuyendo gradualmente hasta obtener un CV de 30 en todos los atributos, excepto en adormecimiento que fue ligeramente mayor a este valor. Estos resultados muestran que el entrenamiento realizado fue el adecuado ya que una disminución de estos coeficientes indica, primero, 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. En general, esta disminución de los CV permitieron comprobar que el entrenamiento realizado fue el adecuado por lo que, se prosiguió a realizar la evaluación final de todos los atributos en las 25 muestras de tequila para realizar un análisis estadístico y determinar las diferencias que hay en cada atributo entre los diferentes tipos de tequila.

7.1.4. PERFIL SENSORIAL DEL TEQUILA

7.1.4.1 Tequilas Añejos

ASPECTO

Los atributos de aspecto en los tequilas añejos se muestran en la gráfica 22 y en el análisis estadístico mostrado en la tabla 25; se observa que 3 de los 4 atributos presentan diferencias entre los tres tequilas añejos, estos atributos son color, lagrimeo y formación de película, siendo muy similares los tres tipos de tequilas en aceitoso. Sin embargo, en la tabla 26 se muestra que únicamente en color y lagrimeo hay diferencias estadísticamente significativas entre las muestras. El TAÑ2 fue la muestra estadísticamente diferente en color, el color de los tequilas añejos y reposados está dado por los terpenos, principalmente, encontrados en las barricas de roble utilizadas para el añejamiento. Como se observa en la tabla 8, los tequilas TAÑ 1 y TAÑ3 son del mismo lugar de origen, sin embargo TAÑ2 es de un lugar diferente, Capilla de Guadalupe, lo que podría explicar la diferencia de color y a que aun cuando se trate de un mismo procedimiento de elaboración, existen pequeñas diferencias de un lugar a otro, desde los componentes presentes en el agave, materia prima de elaboración, hasta diferencias en el agua utilizada en la dilución y condiciones climáticas, esto a su vez hace que varíe el tono del color obtenido del tequila.

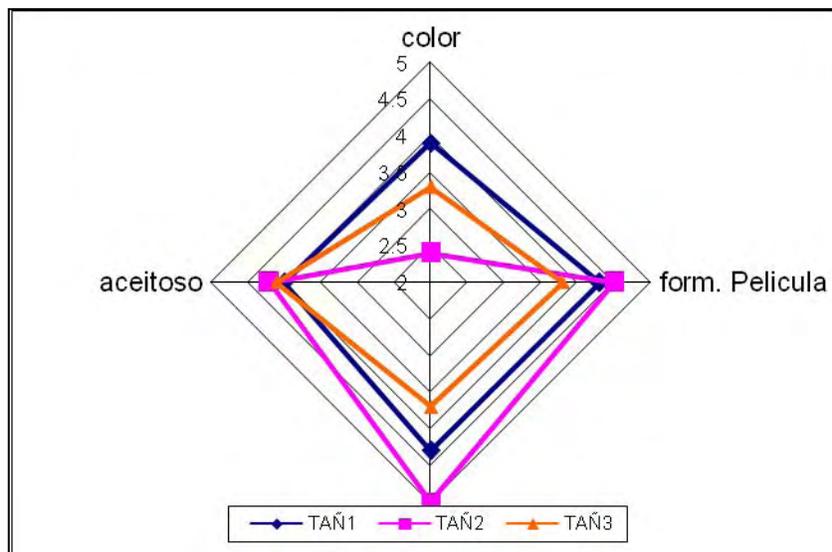
Para lagrimeo TAÑ3 es diferente de los otros dos tequilas añejos, ya que presenta el menor valor numérico, así como también para formación de película, ambos atributos están relacionados con el cuerpo del tequila, así que TAÑ3 fue el tequila añejo con menos cuerpo, en cambio el TAÑ2 fue el que presentó un menor color pero un mayor valor numérico en los aspectos de lagrimeo, formación de película y aceitoso, por lo que TAÑ2 fue el tequila añejo que presentó el mejor cuerpo de los 3 tequilas añejos evaluados.

Tabla 25. Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas añejos.

TEQ	Color	Formación película	Lagrimo	Aceitoso
TAÑ1	3.9 ^a	4.3 ^a	4.3 ^{ab}	4 ^a
TAÑ2	2.4 ^b	4.5 ^a	5 ^a	4.2 ^a
TAÑ3	3.3 ^a	3.8 ^a	3.7 ^b	4.1 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.



Gráfica 22. Atributos de aspecto en tequilas añejos.

OLOR

En la gráfica 23 se observa que los atributos en los que se presentan diferencias entre las muestras son olor frutal, almendrado, agave y herbal. El TAÑ 1 es el que presenta las notas almendrado y agave más altas, en cambio TAÑ3 es el tequila con el aroma más intenso a madera, pero presenta las notas menos intensas de almendrado, frutal, herbal, dulce y floral. Sin embargo; la tabla 26 muestra que únicamente en olor frutal, herbal y madera hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, siendo TAÑ3 la muestra diferente en estos tres aromas, tal como se observa en la gráfica 23. Cabe recordar que la gran gama de aromas que presenta el tequila se debe a los

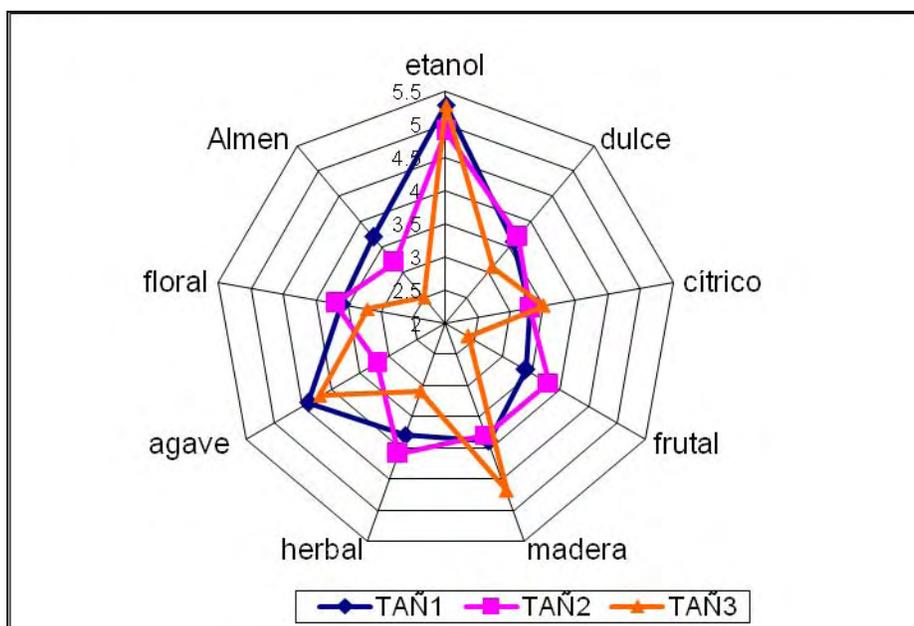
compuestos aromáticos que se forman en las distintas etapas de elaboración del tequila, como son el cocimiento, fermentación y destilación de esta bebida.

Tabla 26. Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas añejos.

TEQ	Etanol	Dulce	Cítrico	Frutal	Madera	Herbal	Agave	Floral	Almendrado
TAÑ1	5.3 ^a	3.6 ^a	3.3 ^a	3.4 ^a	3.9 ^a	3.8 ^{ab}	4.4 ^a	3.6 ^a	3.7 ^a
TAÑ2	4.9 ^a	3.7 ^a	3.3 ^a	3.8 ^a	3.8 ^a	4.1 ^a	3.2 ^a	3.7 ^a	3.2 ^{ab}
TAÑ3	5.3 ^a	3.1 ^a	3.5 ^a	2.4 ^b	4.7 ^a	3.1 ^b	4.2 ^a	3.2 ^a	2.5 ^b

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.



Gráfica 23. Atributos de olor en tequilas añejos.

SABOR

En la tabla 27 se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los nueve atributos de sabor evaluados en los tres tequilas añejos, por lo tanto los tres son iguales. En la grafica 24 se observa que de los 9 atributos evaluados en sabor, a pesar de no observarse diferencias significativas, los

atributos de etanol, amargo y seco presentan diferencias numéricas entre las muestras, siendo el TAÑ3 el tequila que presenta los sabores menos intensos en la gran mayoría de los atributos, excepto en agave y presentando el sabor más intenso a madera, lo cual era esperado, ya que también presentó la nota a madera más intensa entre los tres tequilas.

Tabla 27. Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas añejos.

TEQ	Etanol	Ácido	Amargo	Seco	Madera	Dulce	Clavo	Agave	Frescura
TAÑ1	6.1 ^a	3.8 ^a	4.4 ^a	4 ^a	4.5 ^a	3.2 ^a	3.2 ^a	4 ^a	3.9 ^a
TAÑ2	5.3 ^a	3.8 ^a	3.8 ^a	3.9 ^a	3.9 ^a	3.2 ^a	2.9 ^a	3.3 ^a	3.8 ^a
TAÑ3	5.3 ^a	3.8 ^a	3.5 ^a	3.1 ^a	4.7 ^a	2.5 ^a	2.7 ^a	4.3 ^a	3.5 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

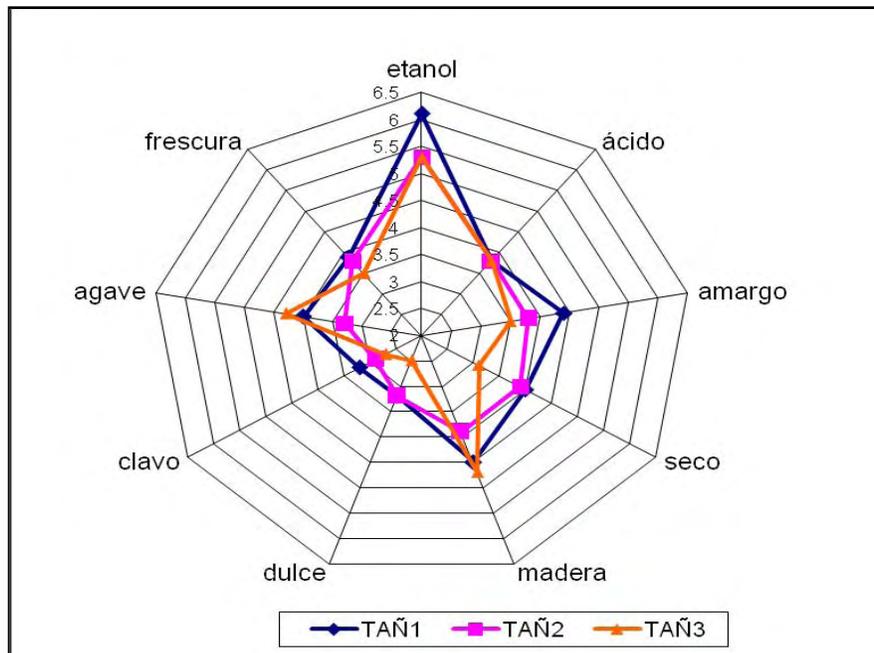


Gráfico 24. Atributos de sabor en tequilas añejos.

OTRAS SENSACIONES

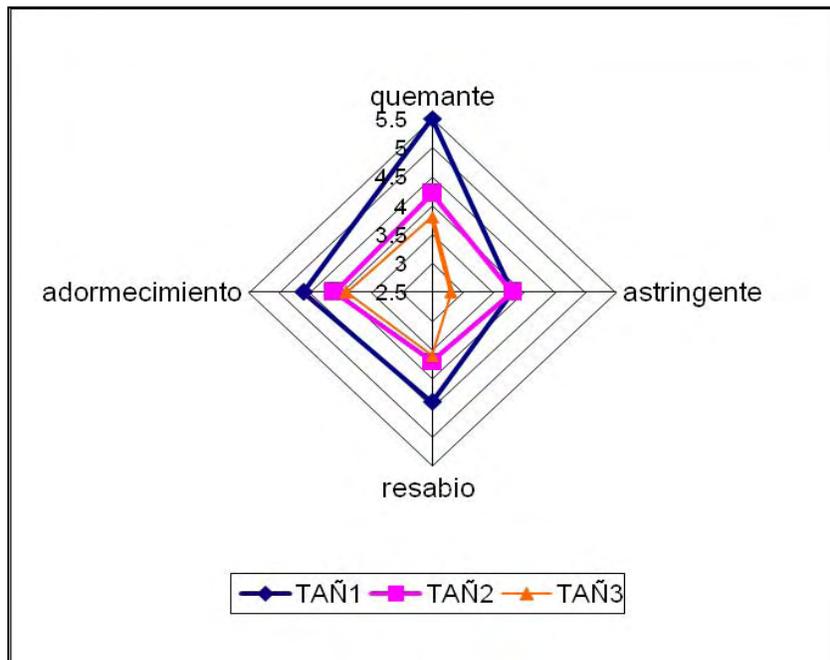
Como se observa en la tabla 28 no se encontró diferencia estadísticamente significativa en ningún atributo, a excepción del atributo quemante en la muestra TAÑ1, que fue el más alto. Sin embargo, en la gráfica 25 se observa que hay diferencias numéricas entre los tres tequilas añejos en los cuatro atributos de las sensaciones percibidas, siendo quemante y astringente los atributos donde se observa con mayor claridad la diferencia entre las muestras, el TAÑ3 presenta las intensidades más bajas en estas cuatro sensaciones, en comparación con el TAÑ1 que obtuvo los valores más altos en las mismas sensaciones.

Tabla 28. Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas añejos.

TEQ	Quemante	Astringente	Resabio amargo	Adormecimiento
TAÑ1	5.5 ^a	3.8 ^a	4.4 ^a	4.6 ^a
TAÑ2	4.2 ^b	3.8 ^a	3.7 ^a	4.1 ^a
TAÑ3	3.8 ^b	2.8 ^a	3.6 ^a	3.9 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.



Gráfica 25. Atributos de otras sensaciones en tequilas añejos.

7.1.4.2. Tequilas Reposados

ASPECTO

Los resultados estadísticos mostrados en la tabla 29 indican que en los cuatro atributos se tuvieron diferencias estadísticamente significativas, siendo menores las diferencias mostradas entre las muestras para el atributo de formación de película. En el caso de color se ve que solo tres de los 18 tequilas muestran una clara diferencia estadística entre las muestras, estos son el TR8, TR10 y TR12. Como se puede observar en la gráfica 26, de entre los cuatro atributos de aspecto el color es donde se observan diferencias numéricas entre las muestras, TR12 presenta el color más fuerte y por el contrario TR8 el color menos intenso. En los atributos relacionados con el cuerpo del tequila, como lo es lagrimeo y aceitoso la diferencia estadística no es clara, ya que sólo TR5 y TR9 presentan una diferencia claramente significativa del resto de los tequilas reposados evaluados, siendo el primero el menos aceitoso y con menor lagrimeo y el último el que presenta la mayor intensidad en estos atributos.

Tabla 29. Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas reposados.

TEQ	Color	Formación película	Lagrimeo	Aceitoso
TR4	2.8 ^{ef}	4 ^{ab}	3.5 ^{ab}	3.9 ^{abcd}
TR5	1.9 ^{ab}	4.5 ^{ab}	3.4^a	3.3^a
TR6	1.8 ^{ab}	4.5 ^{ab}	4.4 ^{abcd}	3.5 ^a
TR7	2.2 ^{bcd}	4.8 ^b	4.2 ^{abcd}	4 ^{abcd}
TR8	1.5 ^a	4 ^{ab}	4.9 ^{cd}	3.7 ^{ab}
TR9	2 ^{ab}	4.5 ^{ab}	5.2^d	4.8^d
TR10	3.2 ^f	4.5 ^{ab}	4.7 ^{cd}	4.7 ^{cd}
TR11	2.1 ^{bc}	4.5 ^{ab}	4.5 ^{abcd}	4 ^{abcd}
TR12	3.8 ^g	4.1 ^{ab}	3.9 ^{abc}	3.9 ^{abcd}
TR13	2 ^{bc}	4.5 ^{ab}	4.6 ^{bcd}	3.7 ^{ab}
TR14	2.8 ^{ef}	4.7 ^{ab}	4.7 ^{bcd}	4.1 ^{abcd}
TR15	2.5 ^{cde}	4.6 ^{ab}	4.9 ^{cd}	4.5 ^{bcd}
TR16	2.8 ^{ef}	4.3 ^{ab}	5 ^{cd}	4.3 ^{abcd}
TR17	2.7 ^{de}	4.8 ^b	5 ^{cd}	4.5 ^{bcd}
TR18	1.8 ^{ab}	3.7 ^a	4.2 ^{abcd}	3.7 ^{ab}
TR19	2.1 ^{bc}	4.8 ^b	4.1 ^{abcd}	3.9 ^{abcd}
TR20	1.9 ^{ab}	4.2 ^{ab}	4.5 ^{abcd}	3.8 ^{abc}
TR21	2.6 ^{de}	4.9 ^b	4.9 ^{cd}	4 ^{abcd}

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con las mismas letras indican que no hay diferencia entre las muestras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones.

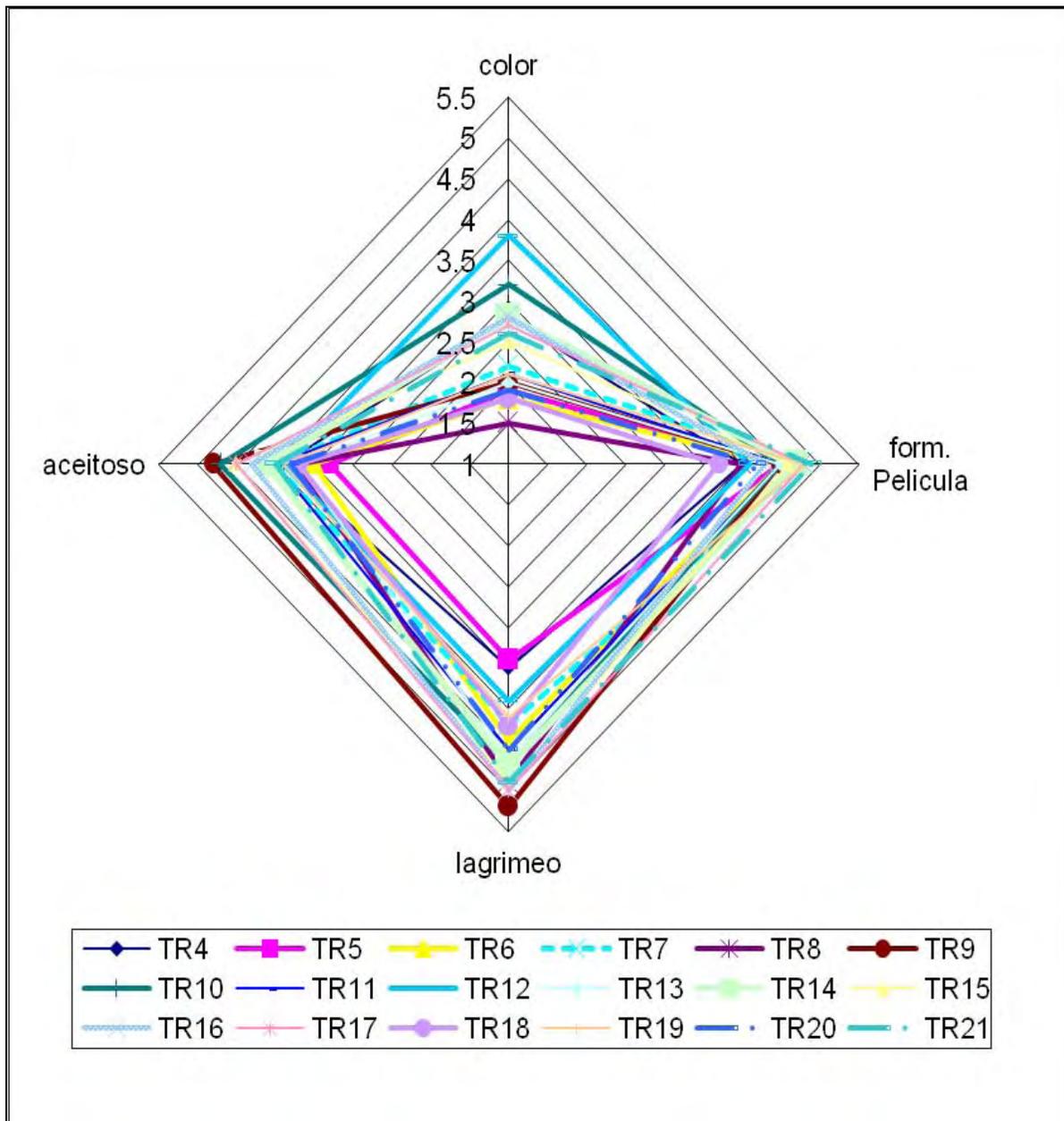


Gráfico 26. Atributos de aspecto en tequilas reposados.

OLOR

La tabla 30, muestra que hay atributos en donde no hay diferencias estadísticas entre las muestras, tal es el caso de agave, donde las 18 muestras de reposados son iguales, en los atributos de etanol y frutal únicamente el TR13 muestra una clara diferencia estadística, y en floral y almendrado TR12 y TR19 son las muestras claramente diferentes. Se puede observar claramente en la gráfica 27 que hay

diferencias numéricas entre todos los tequilas en los nueve atributos de olor, la muestra TR21 es la que presenta notas más intensa almendrada, floral y cítricas comparada con las otras 17 muestras de reposados. La muestra TR9 presenta la nota más intensa a madera y TR19 la nota herbal.

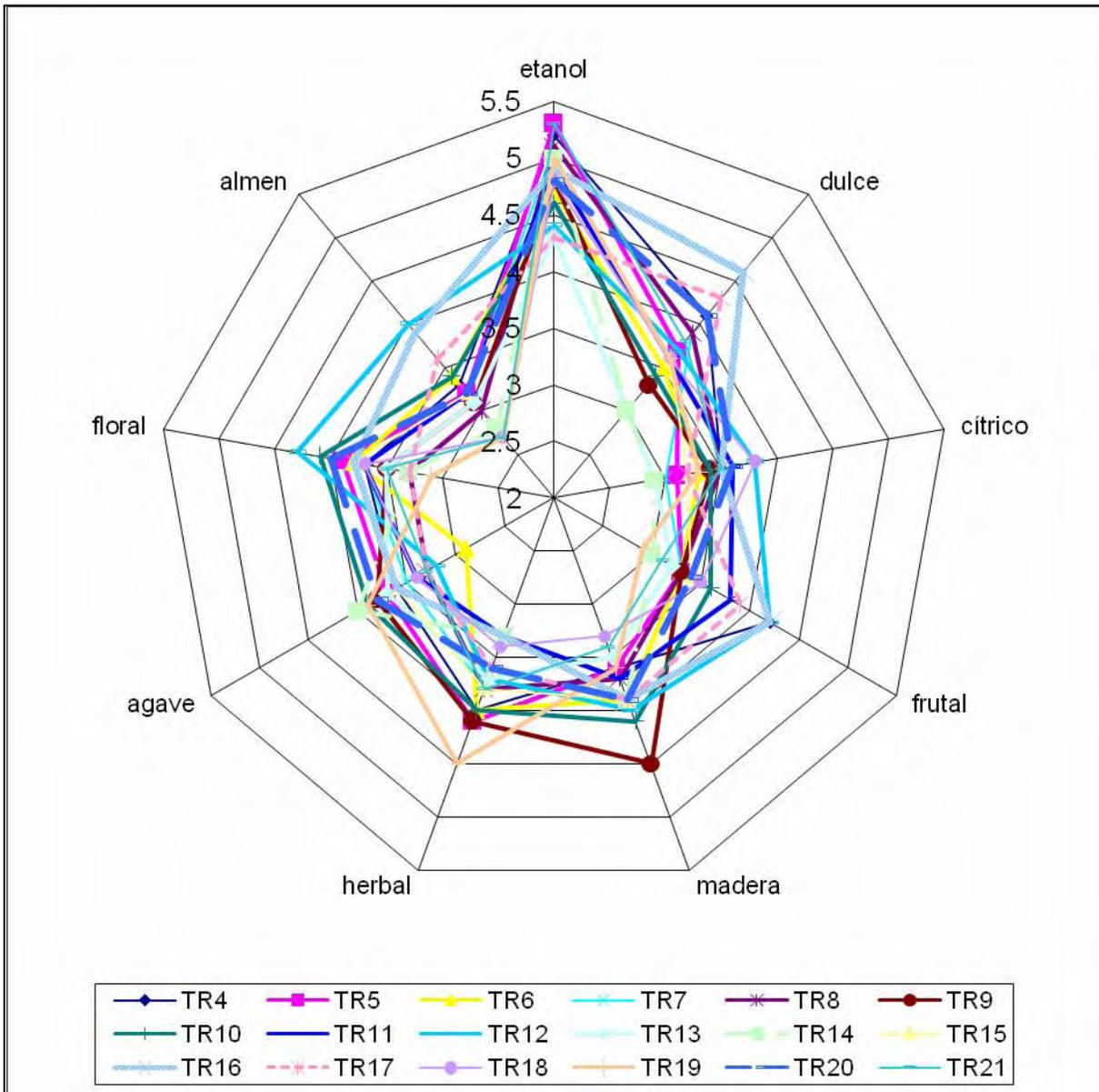
Tabla 30. Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas reposados.

TEQ	Etanol	Dulce	Cítrico	Frutal	Madera	Herbal	Agave	Floral	Almendra
TR4	5.2 ^{abc}	4.1 ^{ab}	3.5 ^{abc}	4.2 ^{ab}	3.6 ^{ab}	4 ^{ab}	3.6 ^a	3.7 ^{abc}	3.3 ^{abcd}
TR5	5.3 ^{bc}	3.7 ^a	3.1 ^{abc}	3.3 ^a	3.6 ^a	4.1 ^{ab}	3.7 ^a	3.9 ^{abc}	3.2 ^{abcd}
TR6	4.7 ^{abc}	3.5 ^a	3.3 ^{abc}	3.3 ^a	3.9 ^{ab}	4 ^{ab}	2.9 ^a	3.8 ^{abc}	3.4 ^{abcd}
TR7	5.1 ^{abc}	3.9 ^a	3 ^{ab}	3.3 ^a	3.7 ^{ab}	3.8 ^{ab}	3.5 ^a	3.7 ^{abc}	3.2 ^{abcd}
TR8	5.1 ^{abc}	3.9 ^a	3.5 ^{abc}	3.3 ^a	3.7 ^{ab}	3.8 ^{ab}	3.3 ^a	3.3 ^{abc}	3 ^{ab}
TR9	4.8 ^{abc}	3.3 ^a	3.4 ^{abc}	3.3 ^a	4.5 ^b	4.1 ^{ab}	3.8 ^a	3.5 ^{abc}	3.1 ^{ab}
TR10	4.6 ^{abc}	3.4 ^a	3.4 ^{abc}	3.6 ^a	4.1 ^{ab}	4 ^{ab}	3.9 ^a	4.1 ^{bc}	3.4 ^{abcd}
TR11	4.9 ^{abc}	3.6 ^a	3.6 ^{abc}	3.8 ^a	3.7 ^{ab}	3.3 ^a	3.4 ^a	3.7 ^{abc}	3.2 ^{abcd}
TR12	4.4 ^{ab}	3.7 ^a	3.8 ^{bc}	4.2 ^{ab}	4 ^{ab}	3.7 ^{ab}	3.2 ^a	4.3^c	4^d
TR13	4.3^a	3 ^a	2.9 ^a	3.2^b	3.5 ^a	3.7 ^{ab}	3.7 ^a	3.5 ^{abc}	3.1 ^{ab}
TR14	5 ^{abc}	3 ^a	2.9 ^a	3 ^a	3.9 ^{ab}	3.3 ^a	4 ^a	3.3 ^{ab}	2.8 ^{ab}
TR15	4.8 ^{abc}	3.6 ^a	3.2 ^{abc}	3.4 ^a	3.9 ^{ab}	3.8 ^{ab}	3.6 ^a	3.8 ^{abc}	3.2 ^{abc}
TR16	4.9 ^{abc}	4.6 ^{bc}	3.5 ^{abc}	4.2 ^{ab}	3.9 ^{ab}	3.3 ^a	3.6 ^a	3.8 ^{abc}	3.9 ^{cd}
TR17	4.3^a	4.3 ^{bc}	3.2 ^{abc}	3.9 ^a	3.9 ^{ab}	3.6 ^a	3.3 ^a	3.3 ^{ab}	3.6 ^{bcd}
TR18	4.8 ^{abc}	3.6 ^a	3.8 ^c	3.5 ^a	3.3 ^a	3.4 ^a	3.4 ^a	3.7 ^{abc}	2.7 ^a
TR19	5 ^{abc}	3.6 ^a	3.3 ^{abc}	2.9 ^a	3.6 ^a	4.5 ^b	3.9 ^a	3.1^a	2.7^a
TR20	4.8 ^{abc}	4.1 ^{ab}	3.6 ^{abc}	3.4 ^a	3.9 ^{ab}	3.6 ^{ab}	3.8 ^a	4 ^{bc}	3.2 ^{abcd}
TR21	5.3 ^c	3.8 ^a	3.5 ^{abc}	3.1 ^a	3.4 ^a	3.8 ^a	3.3 ^a	3.5 ^{abc}	2.7 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones.



Gráfica 27. Atributos de olor en tequilas reposados.

SABOR

En la tabla 31 se muestra que si hay diferencia estadísticamente significativa entre al menos 2 muestras de los tequilas reposados en los nueve atributos de sabor evaluados. En el atributo de etanol la muestra TR10 es la que presentó el menor valor, en cambio TR5 y TR6 obtuvieron el valor más alto, mostrándose así el sabor menos y más intenso, respectivamente, habiendo entre estos una diferencia estadísticamente

significativa. Se muestra claramente que el tequila TR20 es el que presenta el sabor amargo más intenso comparado con el resto de las muestras, mientras que el TR14 es el tequila con los sabores dulce, fresco y seco menos intensos, ya que los jueces les asignaron el menor valor en estos atributos, tal y como se puede observar en la grafica 28. En esta gráfica se observa en que en los nueve atributos de sabor los valores numéricos obtenidos por las 18 muestras de tequila reposado presentan diferencia numérica, siendo el atributo seco, ácido y clavo los que presentan más claramente la diferencia. Se puede observar también que TR 14 es el tequila que presenta los sabores más bajos en seco, dulce, y frescura, TR4, por el contrario, es la muestra con el sabor más dulce, a clavo y madera.

Tabla 31. Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas reposados.

TEQ	Etanol	Ácido	Amargo	Seco	Madera	Dulce	Clavo	Agave	Frescura
TR4	5.4 ^{ab}	3.9 ^{abc}	3.6 ^a	3.9 ^{bc}	4.7 ^{bc}	3.8 ^b	3.7 ^e	3 ^a	3.8 ^{ab}
TR5	5.7 ^b	3.9 ^{abc}	3.9 ^a	3.9 ^{bc}	4.1 ^{abc}	3.6 ^b	2.9 ^{abcde}	3.6 ^b	3.6 ^{ab}
TR6	5.5 ^b	4.2 ^{abc}	4.1 ^a	3.5 ^{abc}	3.7 ^a	3 ^{ab}	2.6 ^{abc}	3.4 ^b	3.6 ^{ab}
TR7	5.4 ^{ab}	3.4 ^a	3.5 ^a	3.8 ^{bc}	4.3 ^{abc}	3.2 ^b	2.9 ^{abcde}	3.8 ^b	3.8 ^{ab}
TR8	4.8 ^{ab}	4.4 ^{bc}	3.6 ^a	3.3 ^{ab}	3.9 ^{ab}	2.9 ^{ab}	2.6 ^{abc}	3.1 ^b	3.1 ^a
TR9	4.9 ^{ab}	3.7 ^{abc}	3.9 ^a	3.4 ^{abc}	4.1 ^{abc}	3.1 ^b	2.7 ^{abcd}	3.7 ^b	4.1 ^{ab}
TR10	4.5 ^a	3.8 ^{abc}	3.9 ^a	4.3 ^c	4.3 ^{abc}	3.1 ^{ab}	3.6 ^{de}	3.9 ^b	4 ^{ab}
TR11	5 ^{ab}	4.2 ^{abc}	4.1 ^a	4.3 ^{bc}	4.2 ^{abc}	3.5 ^b	3.2 ^{abcde}	3.8 ^b	4.1 ^{ab}
TR12	5.2 ^{ab}	3.9 ^{abc}	4.4 ^a	3.9 ^{bc}	4 ^{abc}	3.1 ^b	3.4 ^{bcde}	3.4 ^b	3.8 ^{ab}

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones

Tabla 31. Continuación. Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas reposados.

TEQ	Etanol	Ácido	Amargo	Seco	Madera	Dulce	Clavo	Agave	Frescura
TR13	5 ^{ab}	4.1 ^{abc}	4.1 ^a	4 ^{bc}	4 ^{abc}	3.3 ^b	3.2 ^{abcde}	3.8 ^b	3.7 ^{ab}
TR14	4.9 ^{ab}	3.5 ^{ab}	3.8 ^a	2.8 ^a	4.2 ^{abc}	2.2 ^a	2.5 ^{ab}	3.4 ^b	3.1 ^a
TR15	4.8 ^{ab}	4.3 ^{abc}	3.9 ^a	4.2 ^{bc}	4.6 ^{bc}	3.6 ^b	3.3 ^{abcde}	3.6 ^b	3.8 ^{ab}
TR16	5.4 ^{ab}	4 ^{abc}	4.1 ^a	4.1 ^{bc}	4.9 ^c	3.6 ^b	3.1 ^{abcde}	3.8 ^b	3.8 ^{ab}
TR17	4.9 ^{ab}	3.9 ^{abc}	4 ^a	3.5 ^{abc}	4.2 ^{abc}	3.3 ^b	3 ^{abcde}	3.5 ^b	4.3 ^b
TR18	5 ^{ab}	4.7 ^c	4 ^a	3.8 ^{bc}	4.2 ^{abc}	3.2 ^b	2.4 ^a	3.2 ^b	4.1 ^b
TR19	5 ^{ab}	4.5 ^{bc}	3.9 ^a	3.7 ^{abc}	4.1 ^{abc}	3 ^{ab}	3.1 ^{abcde}	3.7 ^b	3.5 ^{ab}
TR20	4.9 ^{ab}	3.9 ^{abc}	8.5 ^b	3.6 ^{abc}	4.3 ^{abc}	3.3 ^b	3.1 ^{abcde}	3.6 ^b	4 ^{ab}
TR21	5.7 ^b	4.5 ^{bc}	4.2 ^a	4.1 ^{bc}	4.4 ^{abc}	3.2 ^b	3.5 ^{cde}	3.5 ^b	3.9 ^{ab}

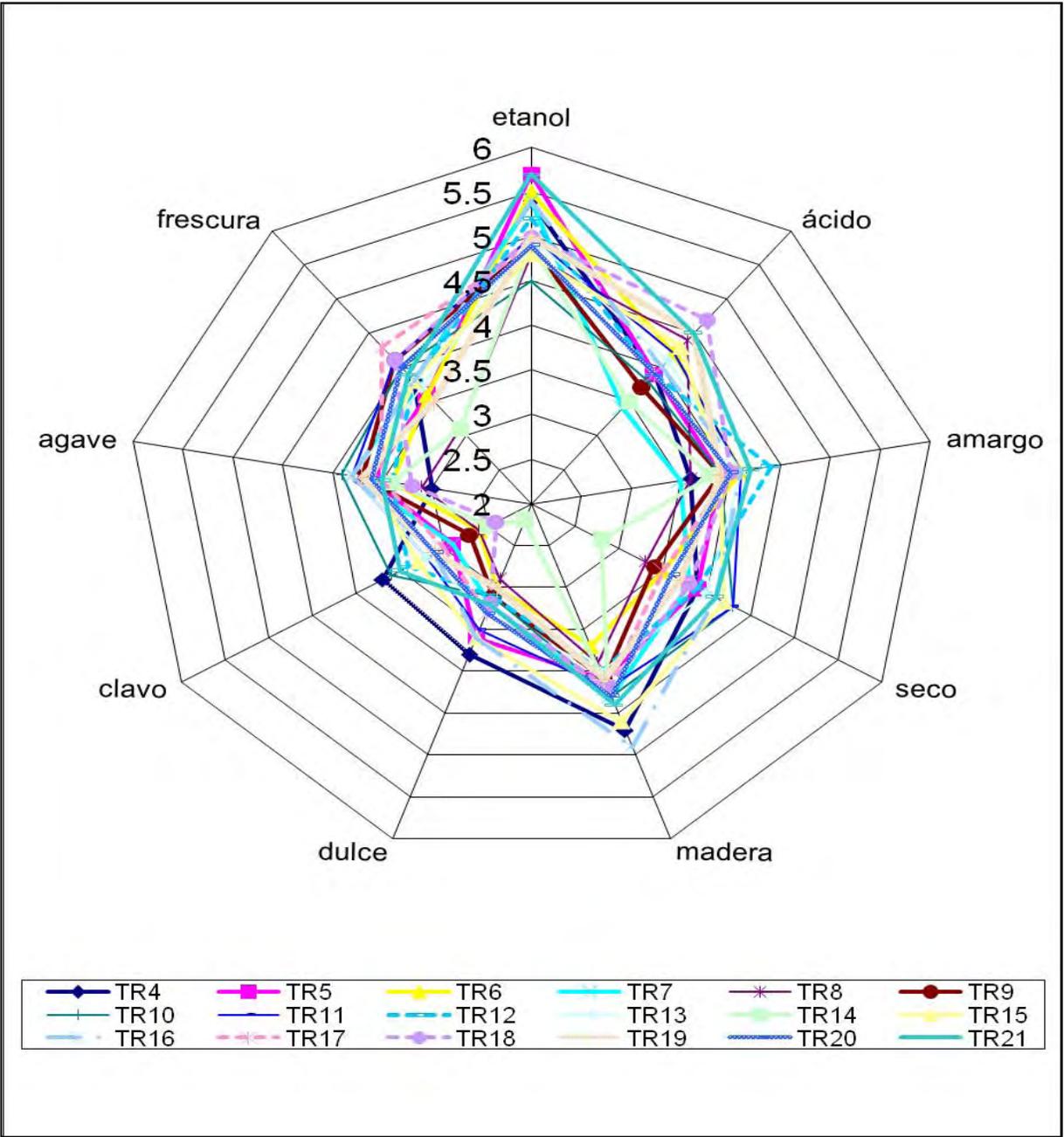
Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones

OTRAS SENSACIONES

La gráfica 29 muestra que la sensación quemante es el atributo en el que se observa más claramente la diferencia numérica que hay entre las muestras y esto se ve confirmado en la tabla 32, donde se tiene que el atributo de quemante es el único en el cual hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestras. Los tequilas TR18 y TR19 fueron los que generaron una sensación quemante más intensa ya que estos dos son los tequilas que presentan una clara diferencia significativa, mientras que el tequila TR14 generó esta sensación con menor intensidad. En los atributos de resabio amargo y adormecimiento no se observó diferencia significativa entre las muestras, mientras que la muestra TR14 fue la más astringente de las 18 muestras evaluadas.



Gráfica 28. Atributos de sabor en tequilas reposados.

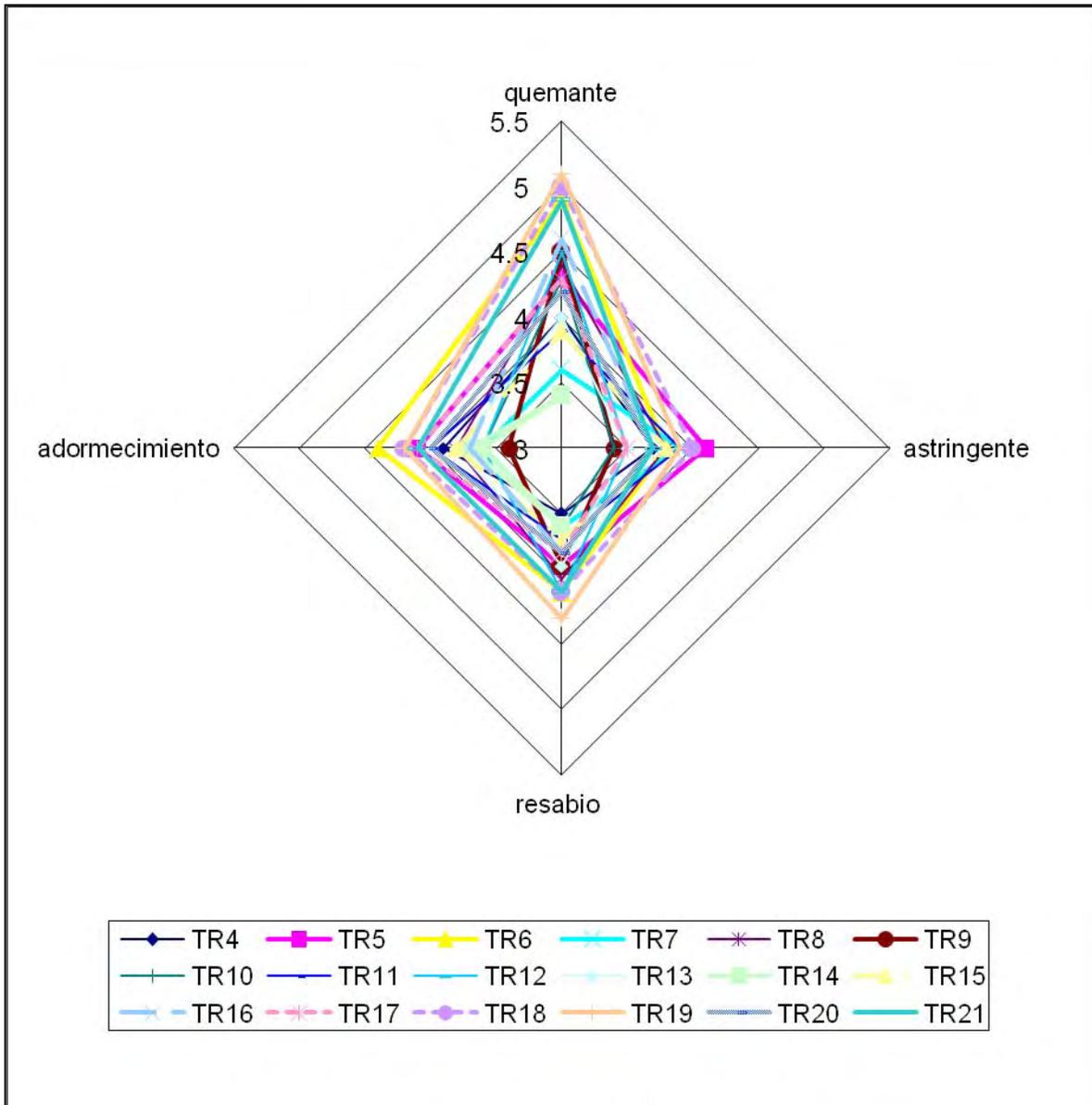
Tabla 32. Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas reposados

TEQ	Quemante	Astringente	Resabio amargo	Adormecimiento
TR4	4 ^{abcd}	3.7 ^a	3.5 ^a	3.9 ^a
TR5	4.3 ^{abcd}	4.1 ^a	3.9 ^a	4.1 ^a
TR6	4.9 ^{cd}	3.8 ^a	4.1 ^a	4.4 ^a
TR7	3.6 ^{ab}	3.9 ^a	3.6 ^a	3.6 ^a
TR8	4.4 ^{abcd}	3.8 ^a	4 ^a	3.8 ^a
TR9	4.5 ^{abcd}	3.4 ^a	3.9 ^a	3.4 ^a
TR10	4.3 ^{abcd}	3.4 ^a	3.6 ^a	3.6 ^a
TR11	3.9 ^{abc}	3.9 ^a	3.7 ^a	4 ^a
TR12	4.5 ^{abcd}	3.5 ^a	4.1 ^a	3.6 ^a
TR13	4 ^{abcd}	3.5 ^a	3.9 ^a	3.8 ^a
TR14	3.4 ^a	2.4 ^b	3.6 ^a	3.7 ^a
TR15	3.9 ^{abc}	3.8 ^a	3.7 ^a	3.8 ^a
TR16	4.6 ^{bcd}	3.7 ^a	3.8 ^a	3.7 ^a
TR17	4.3 ^{abcd}	3.5 ^a	3.8 ^a	4.1 ^a
TR18	5 ^d	4 ^a	4.1 ^a	4.2 ^a
TR19	5.1 ^d	3.9 ^a	4.3 ^a	4.2 ^a
TR20	4.2 ^{abcd}	3.7 ^a	3.8 ^a	4 ^a
TR21	4.9 ^{cd}	3.7 ^a	4.1 ^a	4.1 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones



Gráfica 29. Atributos de otras sensaciones en tequilas reposados.

7.1.4.3 Tequilas blancos

ASPECTO

En la tabla 33, se muestra que solo existe diferencia estadísticamente significativa en el atributo de lagrimeo, donde TB24 y TB25 son las muestras diferentes, presentando un valor mayor al de los otros dos tequilas blancos. En los atributos de color, formación de película y aceitoso no existe diferencia significativa entre las muestras. En la grafica 30 se observa que en el atributo de color prácticamente no existen diferencias numéricas entre las muestras, mientras que lagrimeo es el aspecto en el que se observan diferencias numéricas entre las muestras.

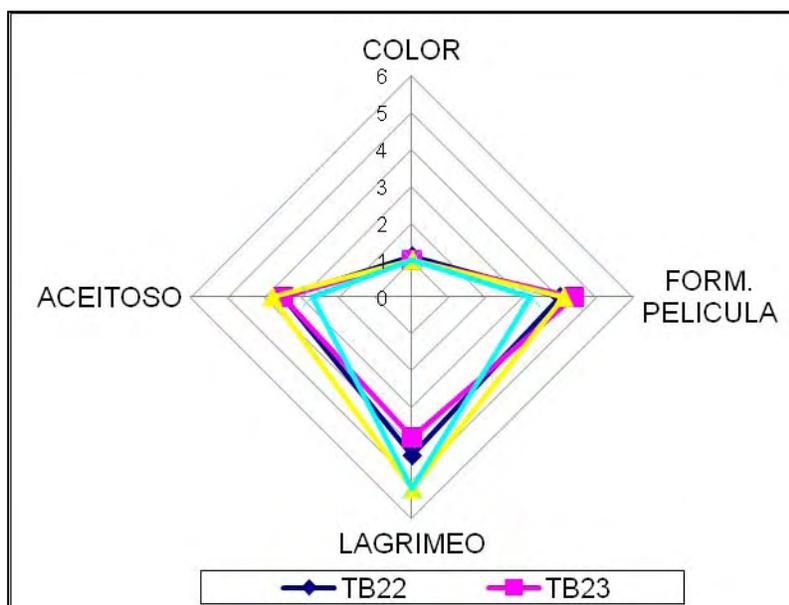
Tabla 33. Promedio presentado en los atributos de aspecto en tequilas blancos.

TEQ	Color	Formación película	Lagrimeo	Aceitoso
TB22	1.1 ^a	4 ^a	4.3 ^{ab}	3.5 ^a
TB23	1 ^a	4.4 ^a	3.8 ^a	3.5 ^a
TB24	1 ^a	4.1 ^a	5.2 ^b	3.8 ^a
TB25	1 ^a	3.2 ^a	5.2 ^b	2.7 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcd} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones



Gráfica 30. Atributos de aspecto en tequilas blancos.

OLOR

En la tabla 34, se observa que en los atributos de etanol, madera y agave no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tequilas. En la gráfica 31 se observa que los atributos de etanol, madera y agave no muestran una diferencia estadística entre los tequilas. Mientras que en el resto de los atributos si se observa una diferencia entre las muestras. La grafica y la tabla también muestran que el tequila TB22 es el que tiene los aromas mas intensos a almendrado, frutal, floral, cítrico y dulce, y presentó la nota a etanol más baja, debido posiblemente a que el resto de los olores enmascaran el olor a etanol.

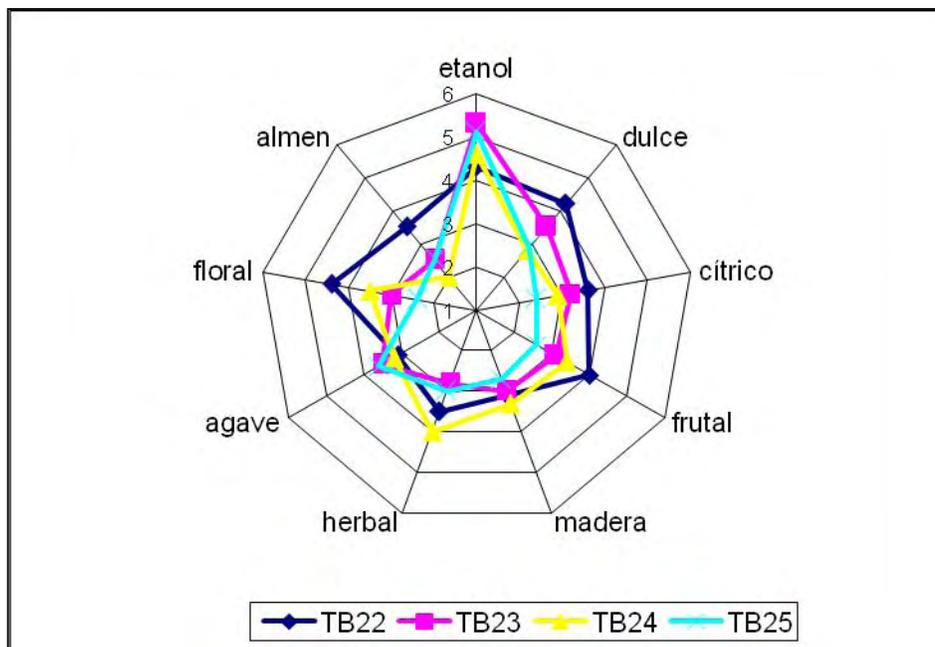
Tabla 34. Promedio presentado en los atributos de olor en tequilas blancos.

TEQ	Etanol	Dulce	Cítrico	Frutal	Madera	Herbal	Agave	Floral	Almendrado
TB22	4.3 ^a	4.2 ^a	3.6 ^a	4 ^a	3.1 ^a	3.5 ^{ab}	3.1 ^a	4.4 ^a	3.5 ^a
TB23	5.3 ^a	3.5 ^{ab}	3.2 ^{ab}	3.1 ^{ab}	3 ^a	2.8 ^a	3.5 ^a	3 ^b	2.5 ^b
TB24	4.6 ^a	2.8 ^b	2.9 ^{ab}	3.4 ^{ab}	3.3 ^a	4 ^b	3.2 ^a	3.5 ^b	2 ^b
TB25	5.1 ^a	2.9 ^b	2.4 ^b	2.6 ^b	2.7 ^a	3 ^{ab}	3.6 ^a	2.4 ^b	2.5 ^b

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones



Gráfica 31. Atributos de olor en tequilas blancos.

SABOR

En este caso la grafica 32 muestra que los atributos de frescura, agave y clavo no presentan diferencias entre las muestras, ya que cada uno de estos atributos fueron evaluadas con valores muy similares. Mientras que la tabla 35 indica que además de los atributos mencionados al inicio, el sabor ácido, amargo y madera no muestran diferencias estadísticamente significativas tampoco. Tanto la gráfica como la tabla indican que el tequila TB23 es el que presenta el sabor más acentuado a etanol y frescura, sin embargo es el que presenta un menor sabor en resto de los atributos.

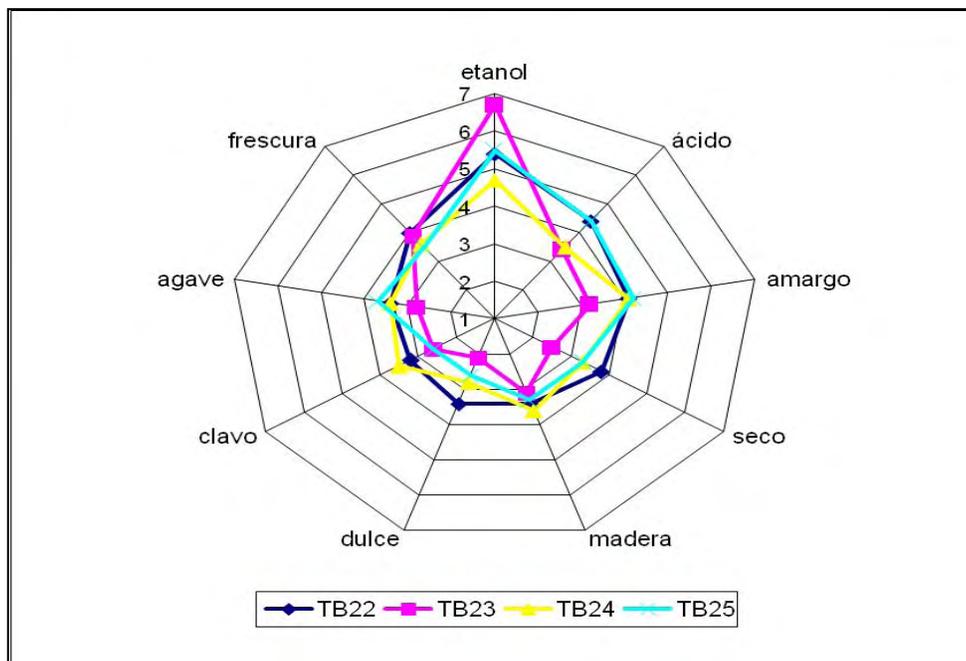
Tabla 35. Promedio presentado en los atributos de sabor en tequilas blancos.

TEQ	Etanol	Ácido	Amargo	Seco	Madera	Dulce	Clavo	Agave	Frescura
TB22	5.4 ^a	4.4 ^a	4.1 ^a	3.8 ^a	3.4 ^a	3.4 ^a	3.2 ^a	3.4 ^a	4 ^a
TB23	6.7 ^b	3.4 ^a	3.2 ^a	2.5 ^b	3.1 ^a	2.1 ^b	2.6 ^a	2.8 ^a	3.9 ^a
TB24	4.7 ^a	3.5 ^a	4.1 ^a	3.3 ^{ab}	3.6 ^a	2.8 ^{ab}	3.5 ^a	3.4 ^a	3.6 ^a
TB25	5.5 ^a	4.4 ^a	4.2 ^a	3.3 ^{ab}	3.3 ^a	2.6 ^{ab}	2.6 ^a	3.7 ^a	3.5 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones.



Gráfica 32. Atributos de sabor en tequilas blancos.

OTRAS SENSACIONES

La grafica 33 muestra que el atributo de resabio amargo es donde no presenta una diferencia significativa entre las muestras, mientras que en quemante si existe una diferencia entre las muestras, tal como se muestra en la tabla 36. El tequila TB23 fue la muestra estadísticamente diferente en los otros tres atributos, siendo en quemante y adormecimiento el tequila blanco que presenta los mayores valores para ambos atributos.

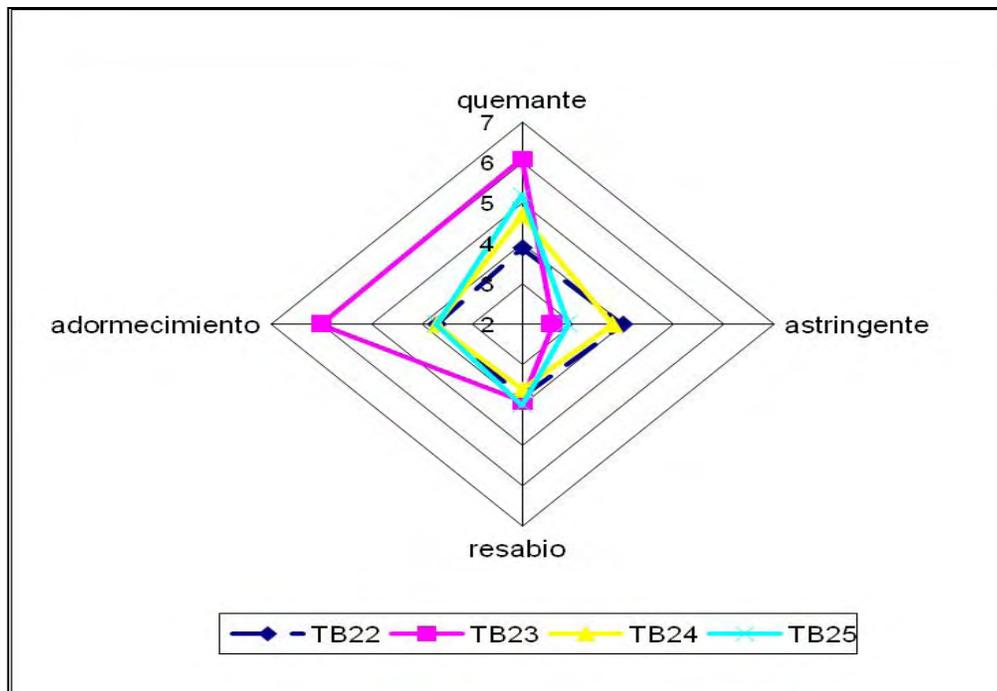
Tabla 36. Promedio presentado en los atributos de otras sensaciones en tequilas blancos.

TEQ	Quemante	Astringente	Resabio amargo	Adormecimiento
TB22	3.9 ^a	4 ^a	3.8 ^a	3.7 ^a
TB23	6.1 ^c	2.6 ^b	3.9 ^a	6 ^b
TB24	4.7 ^{ab}	3.8 ^a	3.6 ^a	3.7 ^a
TB25	5.2 ^b	2.9 ^{ab}	4 ^a	3.7 ^a

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{ab} Valores con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Promedios con dos o más letras indican similitud entre las muestras con las mismas letras, para obtener una diferencia entre ellas es necesario más evaluaciones



Gráfica 33. Atributos de otras sensaciones en tequilas blancos.

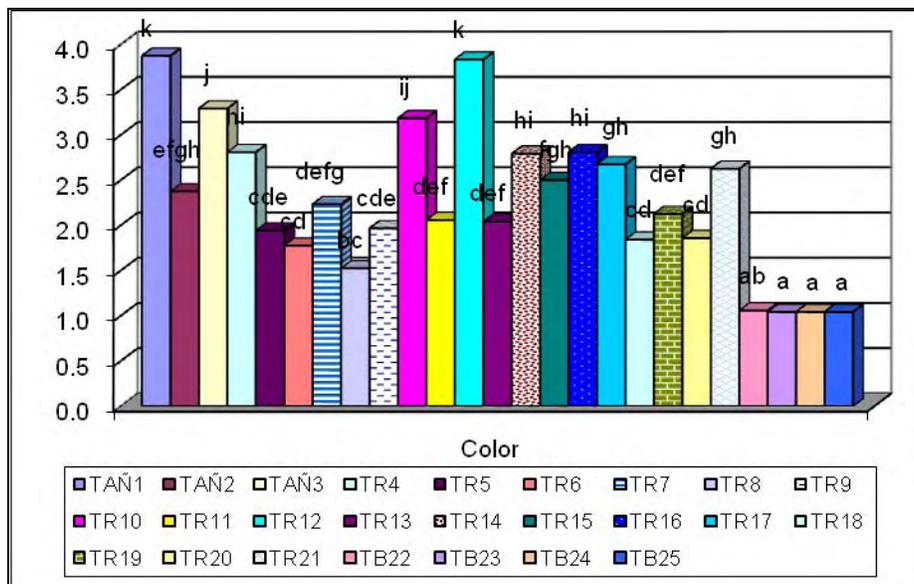
7.1.4.4 Evaluación conjunta de tequilas añejos, blancos y reposados

ASPECTO

1) Color

Se puede observar en la grafica 34, de forma muy general, que los tequilas blancos son estadísticamente muy diferentes a los tequilas añejos y reposados, en cambio se presenta que hay tequilas añejos que en color son iguales a algunos tequilas reposados, tal es el caso de TAÑ1 presenta el mismo color que el tequila reposado TR12 y TAÑ3 es muy similar al tequila reposado TR10.

Se muestra que en los cuatro tequilas blancos no hay diferencia estadísticamente significativa, es decir tienen el mismo color, mientras que en los tequilas añejos las tres muestras son estadísticamente diferentes.



Gráfica 34. Atributo de color en los tres tipos de tequila.

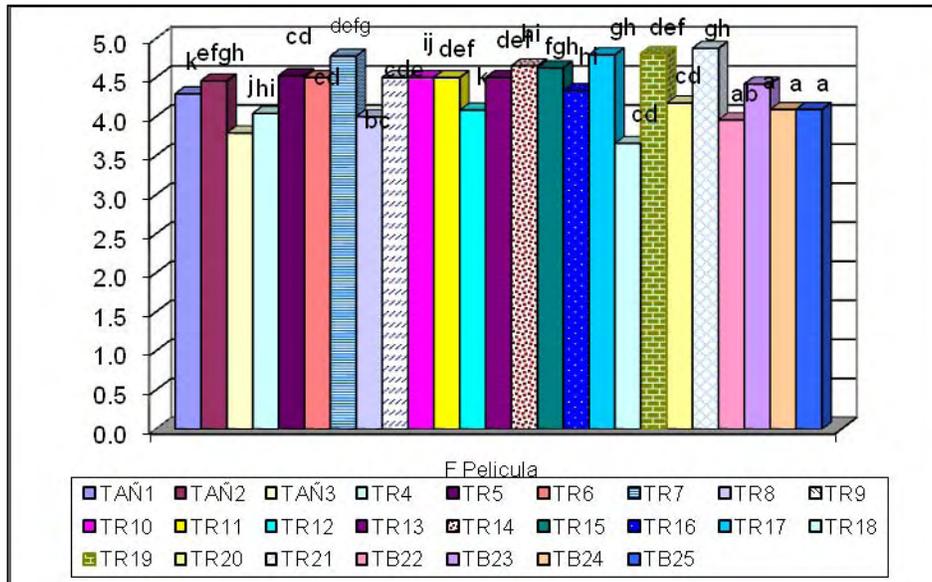
Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcde} Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

2) Formación de Película

En este caso los tequilas blancos son los que presentan la menor formación de película, siendo estadísticamente diferente del resto de los tequilas evaluados, sin embargo entre los 3 tequilas blancos no hubo diferencia significativa, siendo que el

tequila blanco TB22 tiene un ligero parecido a TR8. Por el contrario los tequilas reposados presentan el mayor valor en este atributo, en especial los TR17 y TR21, ver gráfica 35.



Gráfica 35. Atributo de formación de película en los tres tipos de tequila. Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

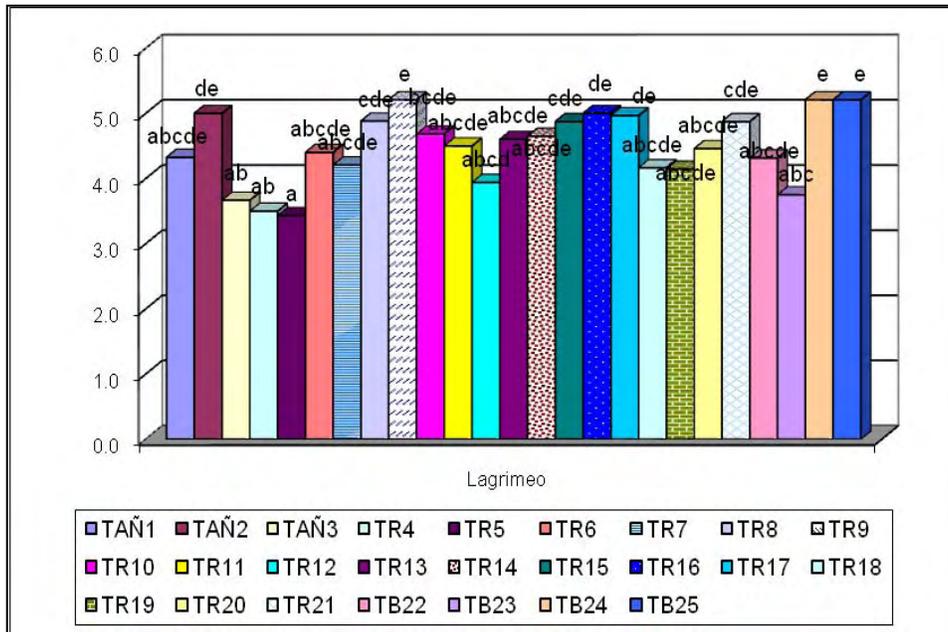
abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

3) Lagrimeo

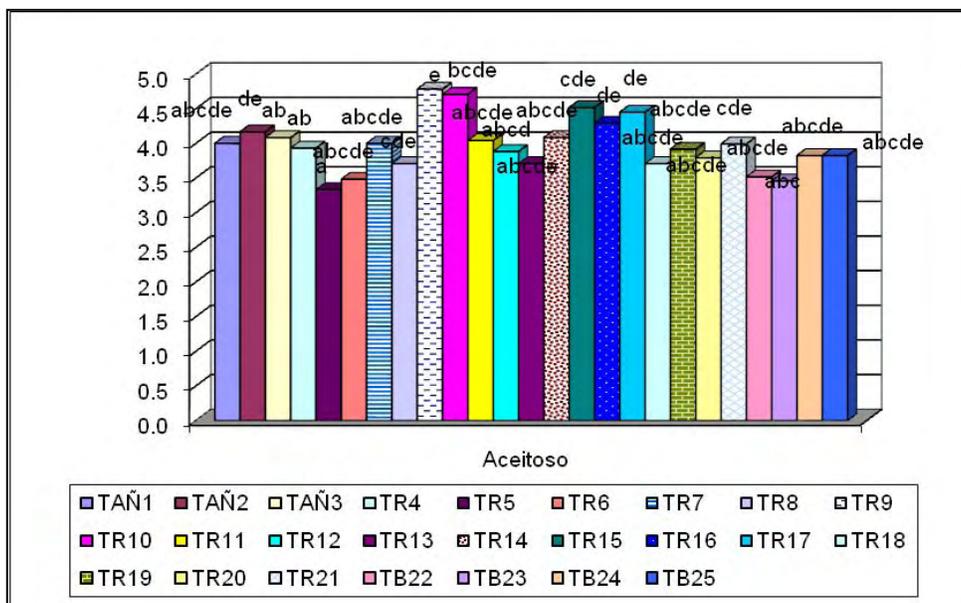
En este atributo se presenta una gran variación en los tres tipos de tequila, tal como muestra la grafica 36, ya que en un mismo tipo de tequila, como los reposados o blancos, hay tequilas con el mayor y menor lagrimeo, como se muestra que TB24 y TB25 junto con TR9 y TAÑ2 presentan el máximo lagrimeo en los tequilas, por el contrario TAÑ3, TR4 y TR5 presentan el menor lagrimeo de entre todos los tipos de tequila, siendo también que los tequilas blancos TB22 y TB23, son un poco parecidos a los anteriores.

4) Aceitoso

Este atributo muestra que el tequila reposado TR5 presenta la menor aceitosidad, pero en general se observa en la gráfica 37 que todos los tequilas no presentan una clara diferencia significativa entre ellos, ya que se tiene que la mayoría de los tequilas, incluyendo añejos, blancos y reposados presentan características similares al TR5, así como también a los de mayor aceitosidad, como es el caso de TR9.



Gráfica 36. Atributo de lagrimo en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

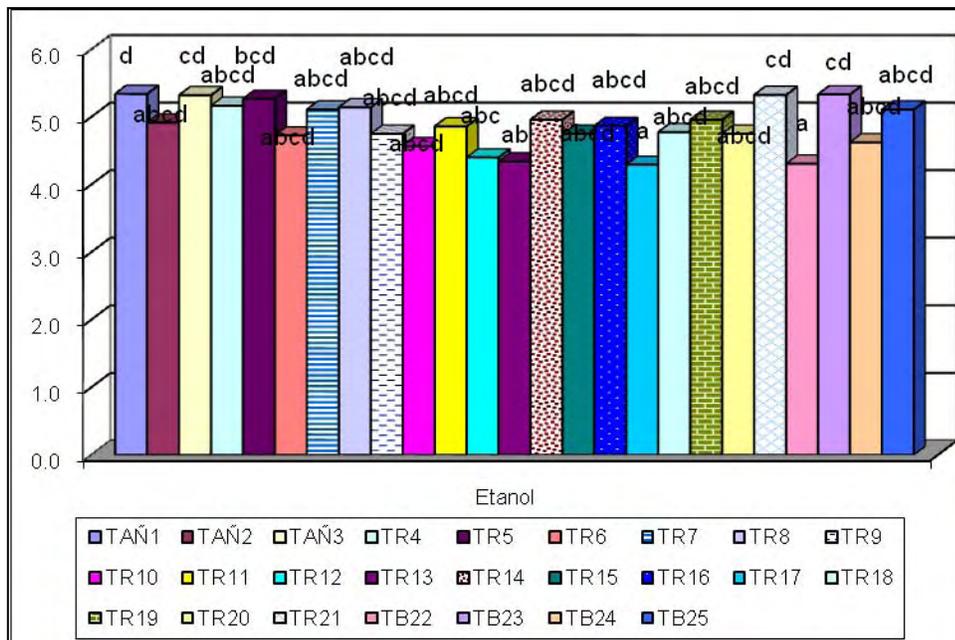


Gráfica 37. Atributo de aceitoso en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

OLOR

5) Etanol

En este atributo se puede observar en la gráfica 38 que en un mismo tipo de tequila hay diferencias significativas ya que hay tequilas con bajo y alto aroma a etanol en un mismo tipo de tequila, esto se presenta en los tres tipos de tequila. Los tequilas con la menor nota aromática son los tequilas reposados TR13, TR17 y el blanco TB22, el tequila añejo TAÑ 2 es parecido a estos tequilas con bajo aroma a etanol, así como también a tequilas con alto aroma etanólico, como el caso de TAÑ1, que es estadísticamente diferente, presentando el mayor aroma a etanol.



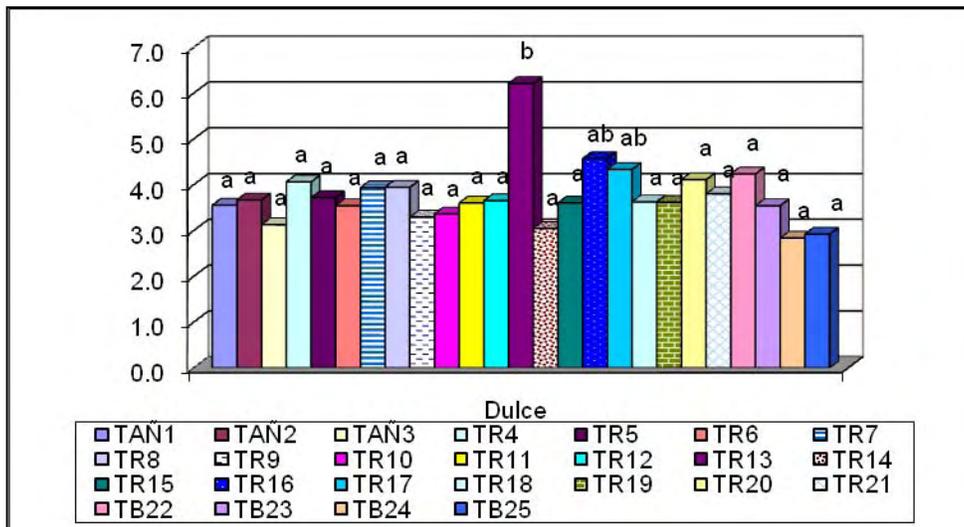
Gráfica 38. Atributo de olor a etanol en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

6) Dulce

Los resultados generados por los jueces entrenados mostraron que el aroma a dulce no es un atributo que distinga a los tipos de tequila, debido a que no hubo diferencias en este atributo entre los tequilas blanco, añejos y la mayoría de los reposados, y presentándose que únicamente TR13 es estadísticamente diferente al resto de los tequilas, teniendo la mayor nota dulce, siendo también que TR17 y TR16 tienen semejanzas con este tequila (ver gráfica 39).



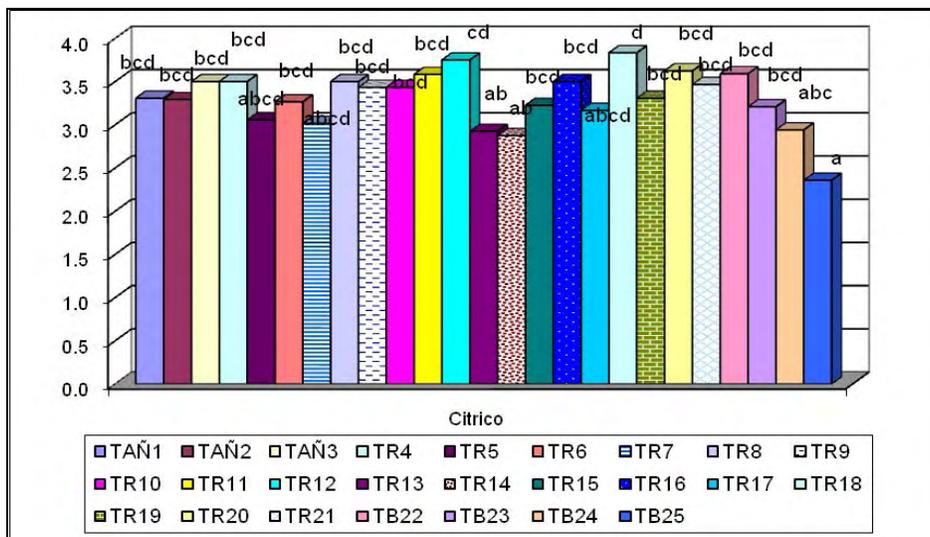
Gráfica 39. Atributo de olor a dulce en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

7) Cítrico

En la gráfica 40 se muestra que el tequila blanco TB25 es estadísticamente diferente al resto de los tequilas, presentando la menor nota cítrica, y por el contrario el tequila reposado TR18, es también diferente al resto de los tequilas pero con la nota aromática cítrica más alta. En general se observa que entre los tres tipos de tequila, los tres tequilas añejos evaluados fueron de los tequilas que presentaron notas cítricas altas, siendo que entre este tipo de tequilas añejos no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las tres muestras evaluadas.



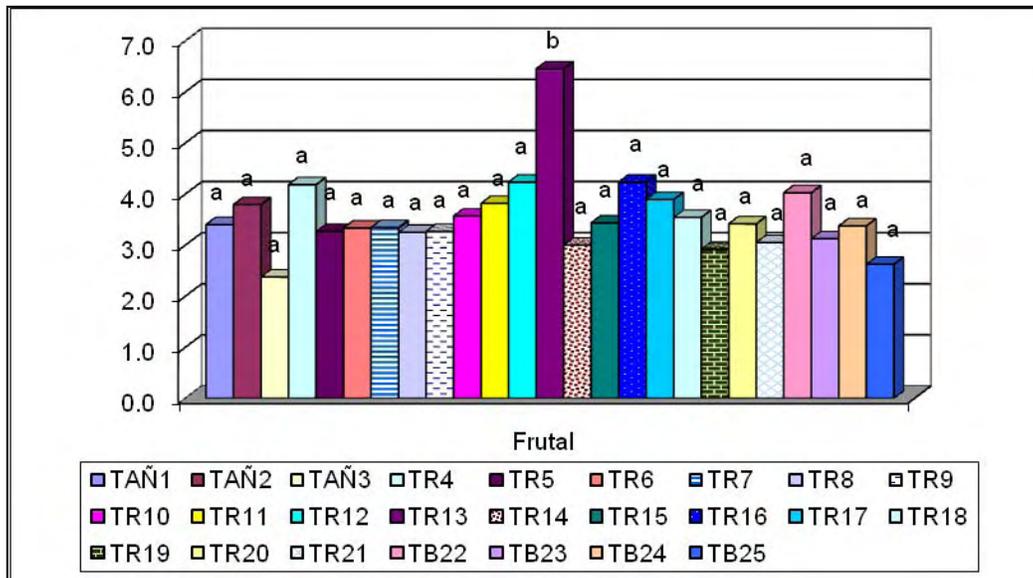
Gráfica 40. Atributo de olor a cítrico en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

8) Frutal

Se observa que en este atributo solo el tequila reposado TR13 fue estadísticamente diferente al resto de las muestras de tequila, presentando la mayor nota frutal de entre todos los tequilas. No se presentaron diferencias significativas entre tequilas de un mismo tipo y por tanto este atributo no diferenció a los tequilas por tipos (ver gráfica 41).



Gráfica 41. Atributo de olor frutal en los tres tipos de tequila.

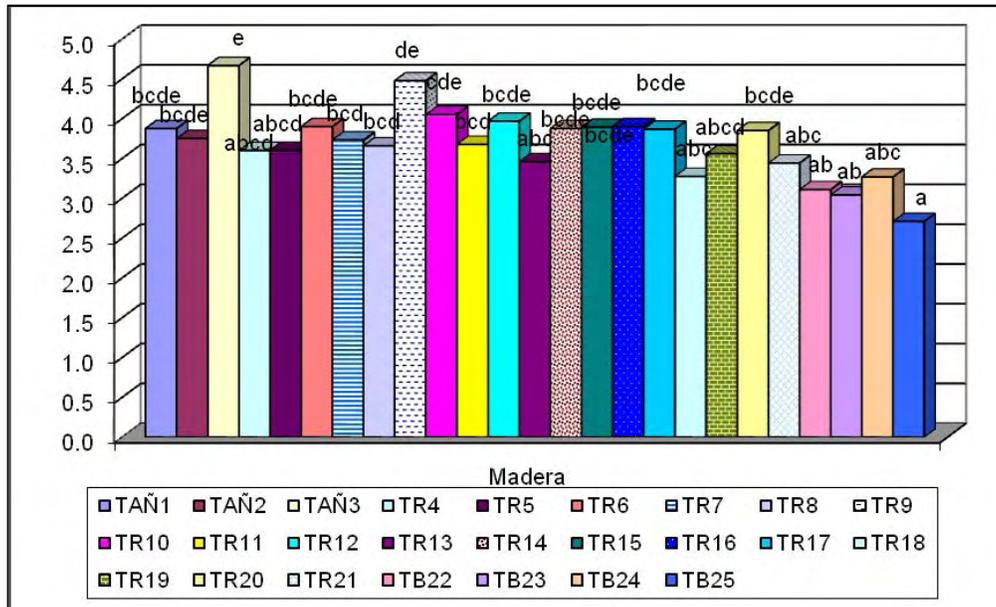
Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcde} Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

9) Madera

En general se observa en la gráfica 42 que los tequilas blancos presentan la menor nota a madera, siendo TB25 la muestra estadísticamente diferente con el menor valor de entre todos los tequilas, en cambio los tequilas añejos presentan notas altas de este aroma, siendo TR3 la muestra con una diferencia significativa con el mayor valor. También se presenta que los tequilas reposados son los que presentan una mayor variabilidad ya que hay tequilas reposados muy similares en aroma a madera a los añejos como es el caso de TR9 que en este aroma es muy similar al tequila añejo TR3, así como muchos otros reposados, siendo que la mayoría presentaron valores similares a los tequilas blancos, que presentaron un

bajo valor en aroma a madera. Esto era lo esperado debido a que los tequilas añejos al ser almacenados en barricas de roble blanco o encino por más de un año adquieren esta nota a madera, que es una de las características principales.



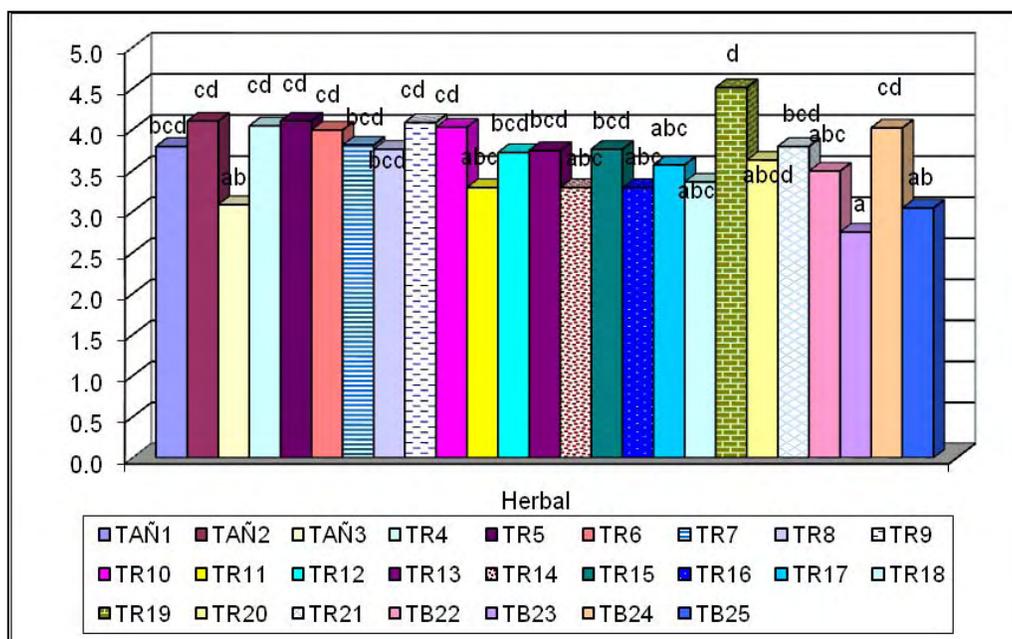
Gráfica 42. Atributo de olor a madera en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcde} Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

10) Herbal

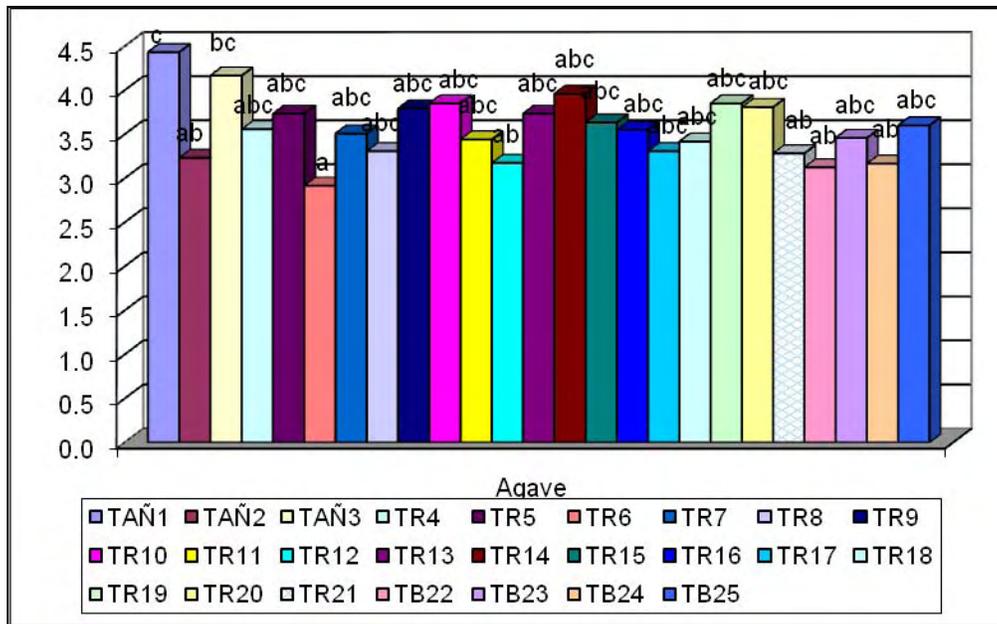
En este atributo se observa que la mayoría de los tequilas blancos presentaron la menor nota herbal de entre todos los tipos de tequila, siendo TB25 el tequila que es estadísticamente diferente que presenta la menor nota herbal, en cambio los tequilas reposados presentan una mayor nota herbal, siendo TR19 el tequila con diferencia significativa con el mayor aroma herbal. En cambio los tequilas añejos presentan la mayor variabilidad ya que el TAÑ3 que es muy parecido a TR25, con bajo aroma y por el contrario TAÑ2 que es similar a TR19, con notas altas de este aroma (ver gráfica 43).



Gráfica 43. Atributo de olor herbal en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

11) Agave

Se muestra en la gráfica 44 que para este atributo, los tequilas añejos y los tequilas blancos presentan ciertas diferencias, ya que se tiene que dos de los tres tequilas añejos, TAÑ1 y TAÑ3 son muestras con diferencia significativa al resto de los tequilas, siendo estos dos añejos los que presentan el mayor valor en este aroma, en cambio los tequilas blancos TB22 y TB24, son tequilas que tienen un aroma a agave bajo, igual que TAÑ2, por otro lado la mayoría de los tequilas reposados no presentan diferencia estadísticamente significativa entre ellos, excepto, TR12, TR21 y TR6, que presentaron notas más bajas, siendo este último tequila que presentó el valor más bajo en este aroma.



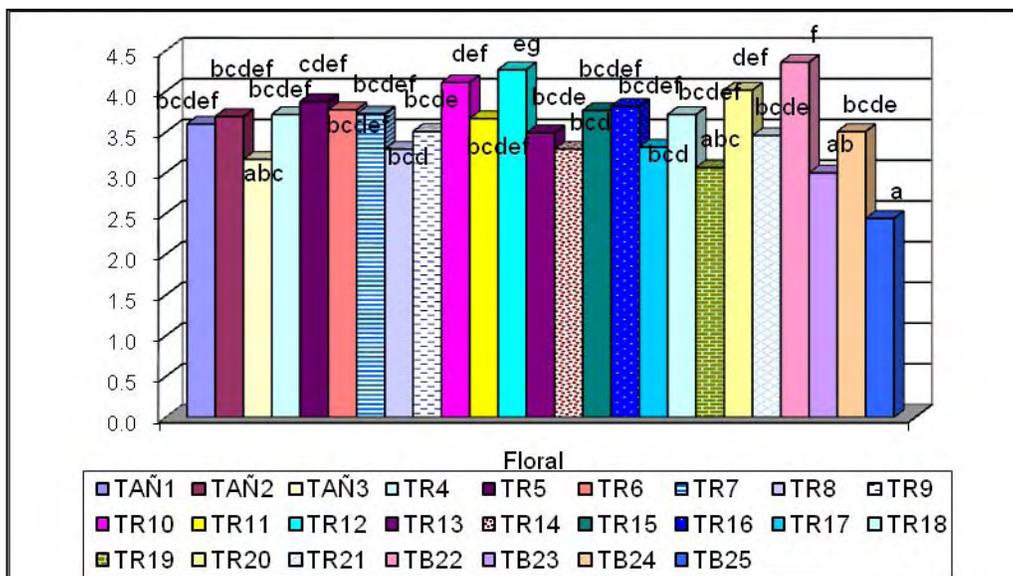
Gráfica 44. Atributo de olor agave en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

12) Floral

Se muestra que para el olor frutal los tequilas blancos son los que muestran una mayor diferencia significativa entre ellos, ya que por un lado se tiene que TB25 y TB23 son los tequilas con el menor aroma floral y por otro lado TB22 es la muestra estadísticamente diferente del resto de los todos los tequilas que presenta el mayor aroma a floral. En cambio los tequilas añejos y tequilas reposados presentan menos diferencias estadísticamente significativas, tanto entre los tequilas del mismo tipo y entre estos dos tipos, tal y como se observa en la gráfica 45.



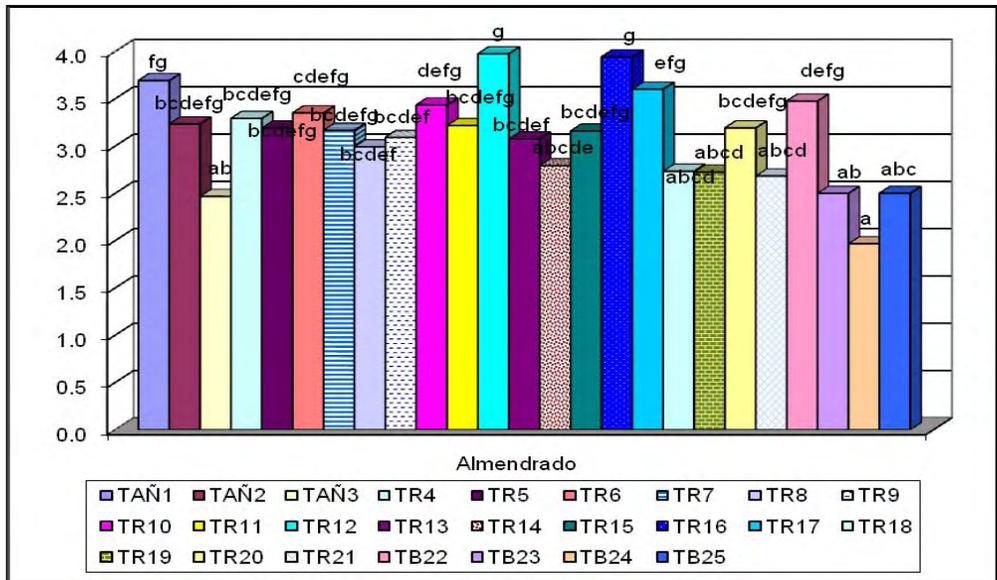
Gráfica 45. Atributo de olor floral en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

13) Almendrado

Los resultados obtenidos en esta atributo muestran que tres de los cuatro tequilas blancos evaluados obtuvieron valores bajos en este aroma, siendo TB24 el tequila que presentó una diferencia estadísticamente significativa con respecto al resto de todos los tequilas con el valor más bajo, sin embargo el tequila blanco TB22 presentó fuertes aromas almendrados, similares a los de los tequilas TAÑ1, TR16 y TR12, los cuales son los tequilas con diferencia significativa, con el valor más alto para este aroma, ver gráfica 46. Estos resultados fueron contrarios a lo esperado ya que se esperaba que los tequilas añejos tuvieran los mayores valores para este aroma, sin embargo solo TAÑ1 lo presentó, y hasta un tequila blanco tuvo notas almendradas similares a este añejo, por lo que este atributo no permitió diferenciar las muestras por tipo de tequila.



Gráfica 46. Atributo de olor almendrado en los tres tipos de tequila.

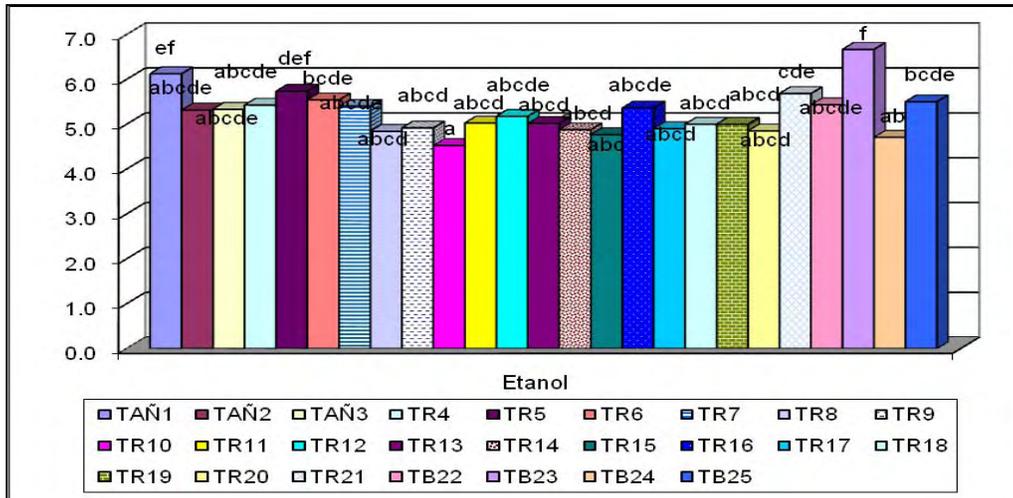
Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

SABOR

14) Etanol

Mediante este atributo no se pueden diferenciar entre los tipos de tequila, ya que como muestra la gráfica 47, el tequila TR10 y TB24 son las muestras con los valores más bajos para este sabor, siendo el primero el que presenta una diferencia estadística significativa del resto de los tequilas, así como para los tequilas que tienen el sabor más intenso a etanol está también un tequila blanco y un añejo, TAÑ1 y TB23, siendo este último el que es estadísticamente diferente al resto de los tequilas. Entre la mayoría de los tequilas reposados se observa que las muestras de este tipo tienen un sabor a etanol parecido a TAÑ1 y TR10, por lo que no existe una clara diferencia significativa entre estos últimos y la mayoría de los reposados.



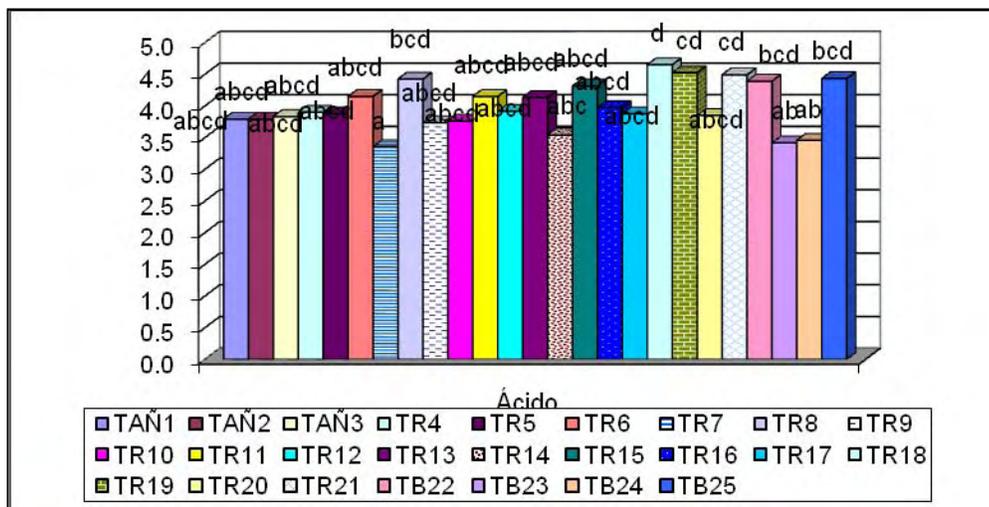
Gráfica 47. Atributo de sabor a etanol en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

15) Ácido

Se observa en la gráfica 48 que el tequila que obtuvo el máximo valor para este sabor, siendo estadísticamente diferente fue un tequila reposado (TR18), siendo parecidos a este tequila las muestras TR21 y TR19, sin embargo el tequila que presentó el mínimo valor para sabor ácido también fue un tequila reposado y dos blancos, TR7, y TB23 y TB24. De nuevo sucedió que entre el resto de los tequilas reposados no se presenta una clara diferencia estadística entre ellos, ya que son muy similares tanto al tequila de baja y máxima intensidad de este sabor.



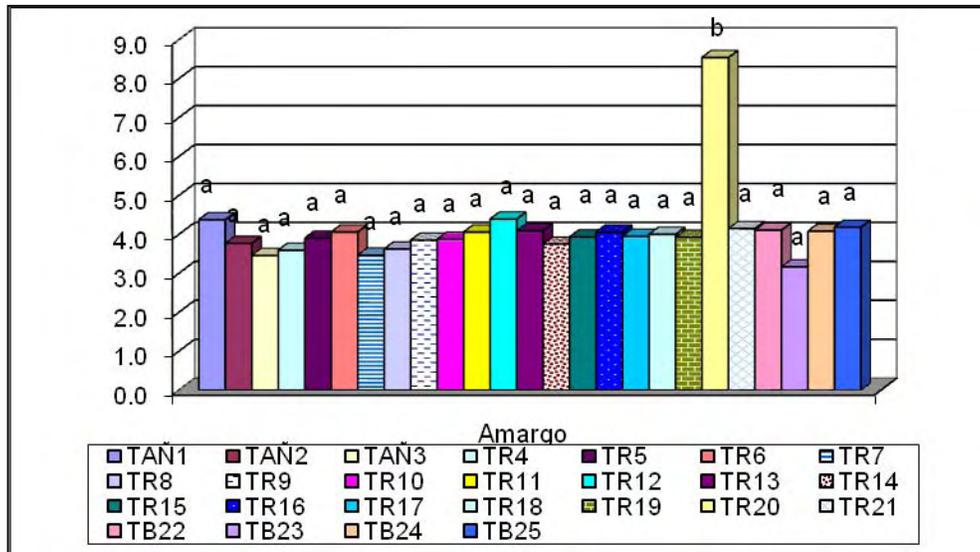
Gráfica 48. Atributo de sabor ácido en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

16) Amargo

En la gráfica 49 se observa claramente que todos los tequilas son iguales en sabor amargo, es decir no se observó diferencia significativa entre ellos, excepto el tequila reposado TR20, que fué estadísticamente diferente, presentando el valor más alto en este sabor.



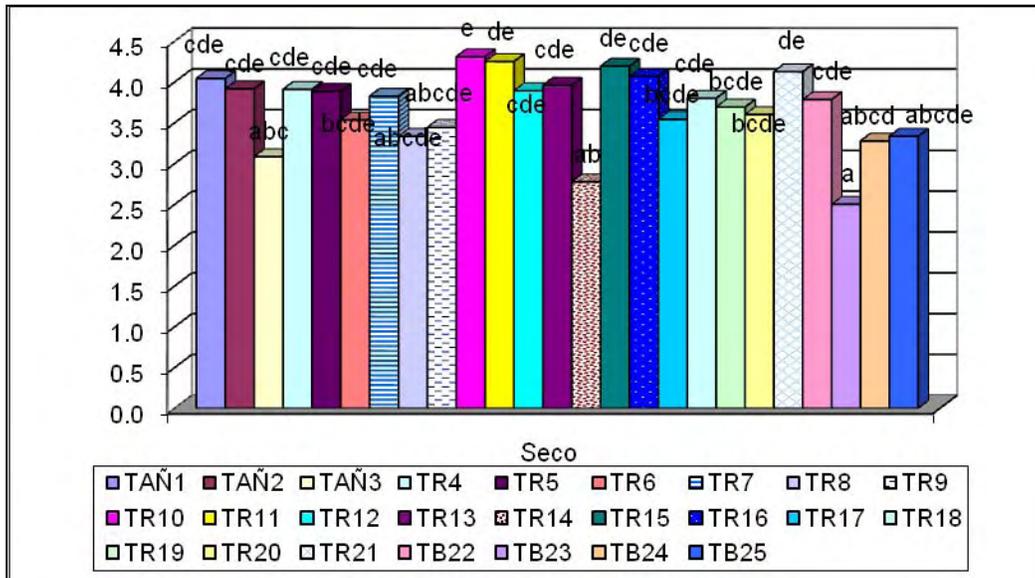
Gráfica 49. Atributo de sabor amargo en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

^{abcde} Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

17) Seco

Se observa que el tequila blanco TB23, fué el que presentó el menor sabor seco, siendo estadísticamente diferente del resto de las muestras, y los tequilas que presentan el mayor valor en este sabor fueron los tequilas reposado TR21, TR15, TR11 y TR10, siendo este último el que fué estadísticamente diferente al resto de los tequilas presentando el máximo sabor seco (ver gráfica 50).



Gráfica 50. Atributo de sabor seco en los tres tipos de tequila.
Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

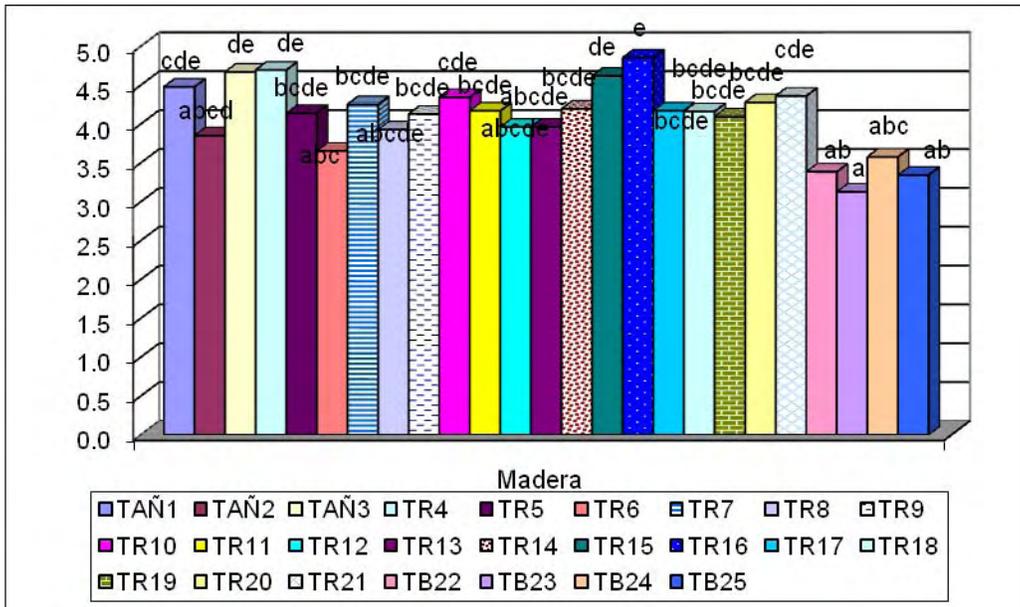
abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

18) Madera

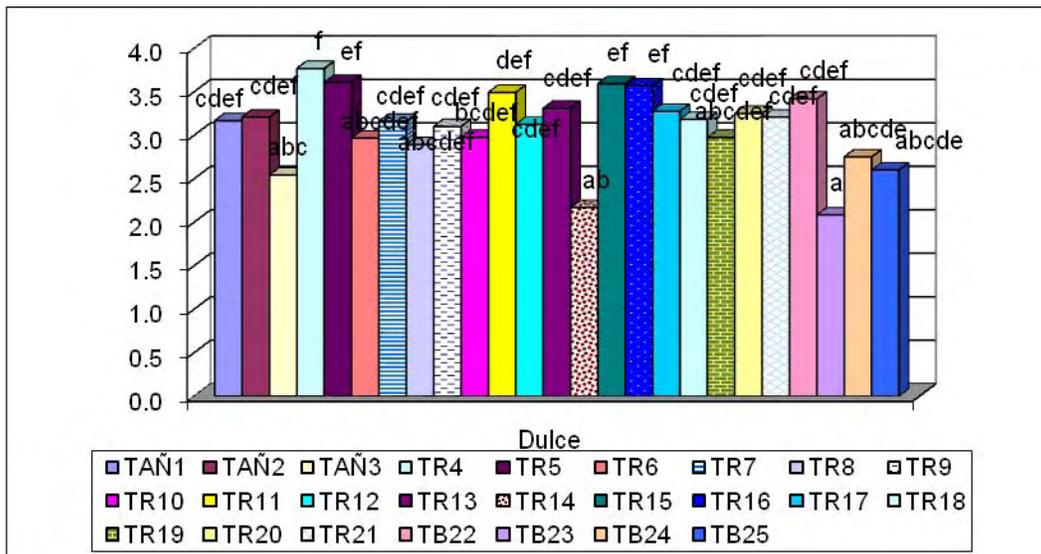
Se muestra en la gráfica 51 que en general los tequilas blancos tienen poco sabor a madera, siendo TB23 el tequila blanco que presenta una diferencia significativa, teniendo el valor mínimo para este sabor, mientras que el tequila reposado TR16 es el que presentó el máximo valor, siendo diferente estadísticamente del resto de las muestras. Al igual que en olor a madera, el resto de los tequilas reposados no presentan una clara diferencia entre ellos, ya que presentan semejanzas al TB23 y TR16, en cambio dos de los tequilas añejos, TAÑ1 y TAÑ3 presentan semejanza al TR16, teniendo así un sabor almendrado fuerte, que es lo esperado.

19) Dulce

Se observa en la gráfica 52 que el tequila blanco, TB23 presentó el sabor dulce más bajo, por lo que presenta una diferencia significativa con el resto de los tequilas, y por el contrario, la mayoría de los tequilas reposados obtuvieron un alto sabor a dulce, excepto TR14, que es similar a TB23. Entre los reposados el TR4 es el que presenta el máximo sabor dulce, siendo estadísticamente diferente al resto de los tequilas. En el caso de los añejos, estos son más parecidos en este sabor a los tequilas reposados.



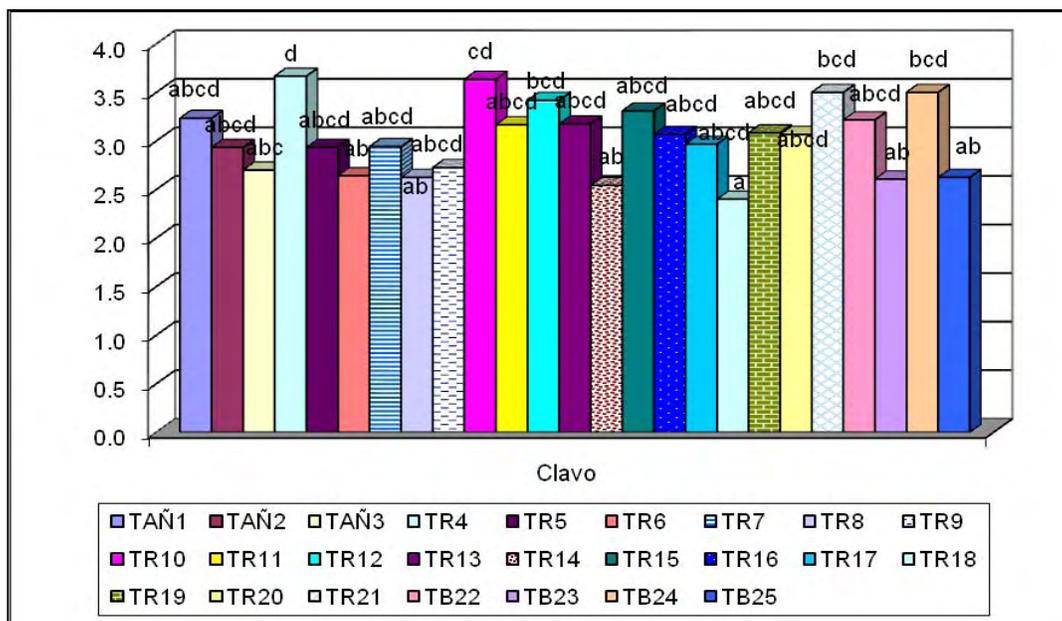
Gráfica 51. Atributo de sabor madera en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcd^e Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.



Gráfica 52. Atributo de sabor dulce en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcd^e Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

20) Condimento: Clavo

En este sabor no se puede apreciar una diferencia entre los tipos de tequilas, ya que hay blancos, reposados y añejos que presentan valor bajos y altos en este sabor, observándose que únicamente entre los tequilas reposados TR18 y TR4 hay una clara diferencia estadísticamente significativa ya que el primero es el que presenta el menor sabor a condimento a clavo y el segundo el máximo de este sabor. La mayoría de los tequilas reposados presentan un alto sabor a clavo, y dos tequilas blancos, TB23 y TB25 un bajo sabor a clavo, tal como se observa en la gráfica 53.



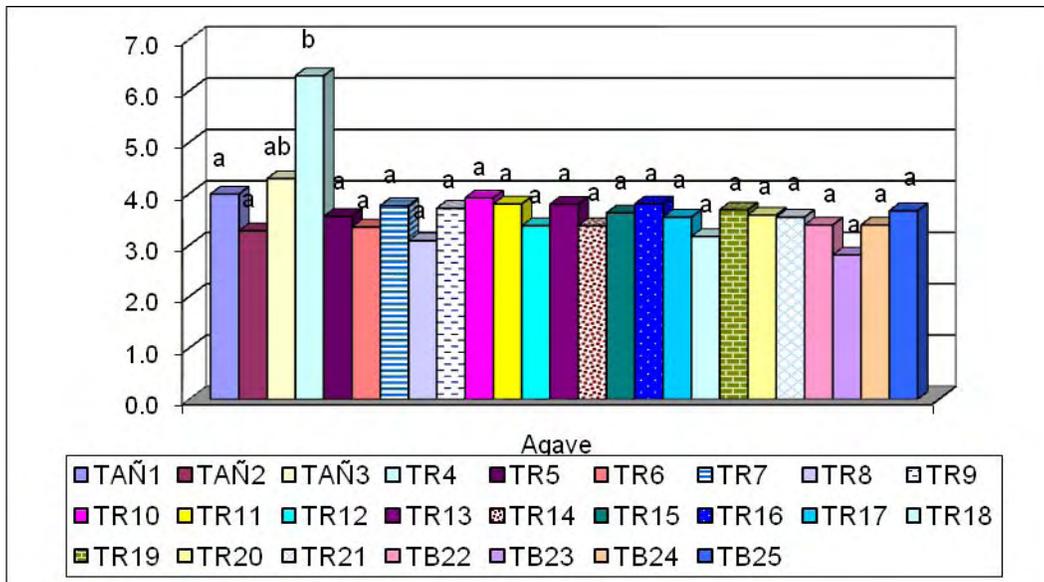
Gráfica 53. Atributo de sabor a clavo en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

21) Agave

En este atributo no se presentó una clara diferencia significativa en todos los tequilas ya que solo el tequila reposado TR4 presenta una diferencia estadísticamente significativa, teniendo el mayor sabor a agave, seguido el añejo TR3, ver gráfica 54.



Gráfica 54. Atributo de sabor agave en los tres tipos de tequila.

Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

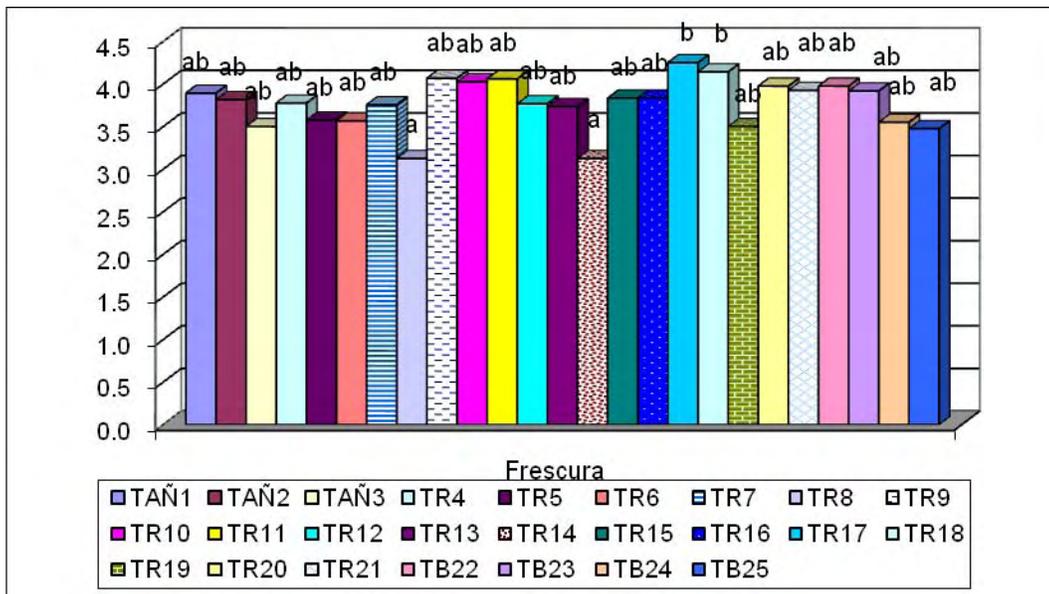
22) Frescura

En la gráfica 55 se observa que únicamente cuatro tequilas reposados muestran una clara diferencia estadística, siendo que TR8 y TR14 fueron diferentes de TR17 y TR18, donde los primeros presentan la menor frescura a comparación de los últimos que son los más frescos de entre todos los tequilas evaluados. El resto de los tequilas no presentan una diferencia significativa ya que al mismo tiempo son similares a los tequilas de mayor y menor frescura.

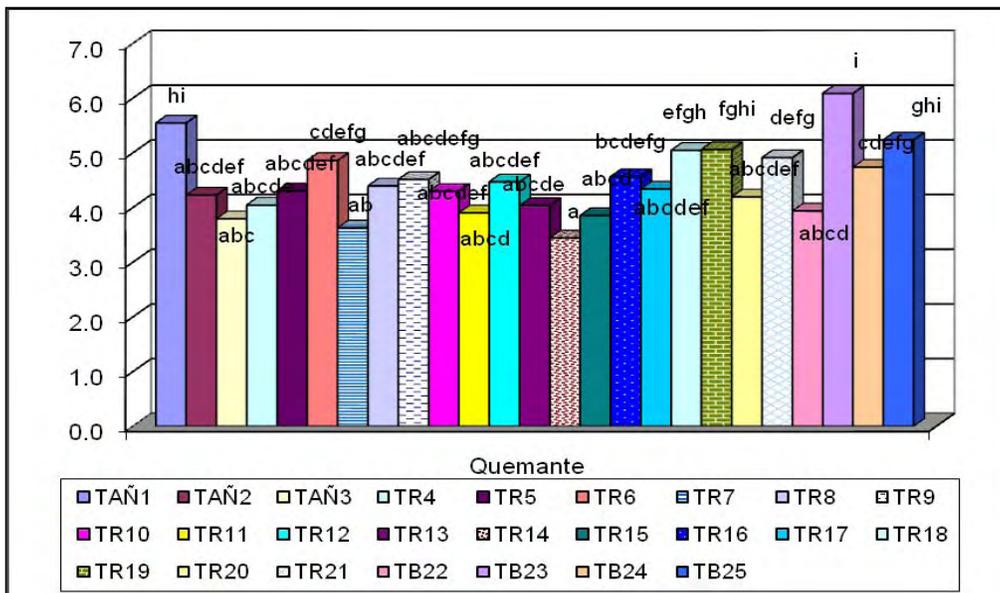
OTRAS SENSACIONES

1) Quemante

Para este atributo se presenta que un tequila añejo y dos blancos, TAÑ1, TB25 y TB23, respectivamente, son los que presentaron la mayor sensación quemante, siendo TB23 el estadísticamente diferente del resto de los tequilas, por el contrario el tequila reposado TR14 es también estadísticamente diferente, teniendo la menor sensación quemante. De forma general se observa en la gráfica 56 que entre los tequilas reposados no hay una clara diferencia significativa ya que la mayoría de estos tequilas presentan al mismo tiempo semejanzas a los tequilas de menor y mayor sensación quemante.



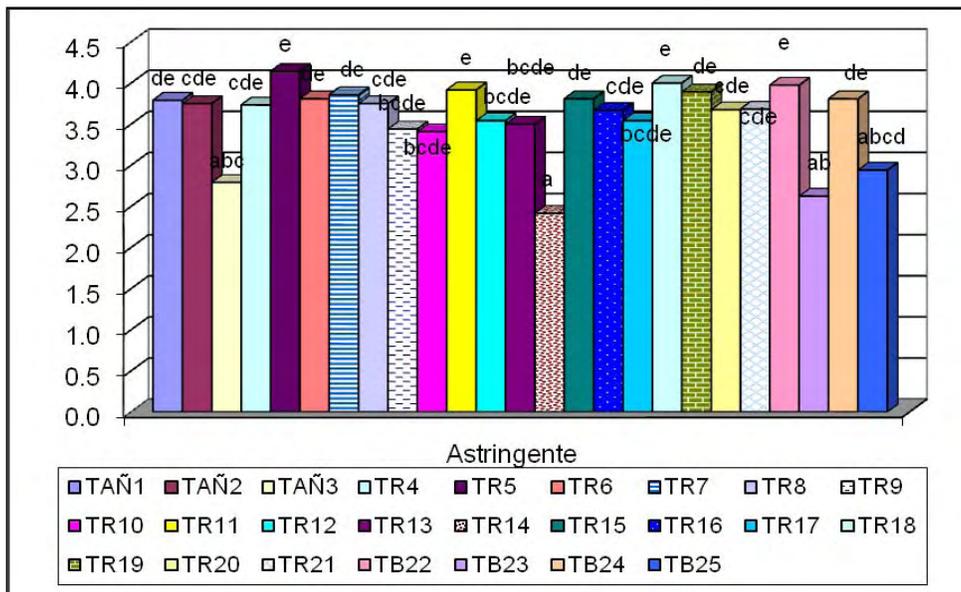
Gráfica 55. Atributo de sabor frescura en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.



Gráfica 56. Atributo de sensación quemante en los tres tipos de tequila.
 Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

2) Astringente

En la gráfica 57 se puede observar que en general los tequilas reposados son los que presentan una mayor sensación astringente, excepto TR14 que fue el tequila estadísticamente diferente con la menor astringencia. En cambio, los tequilas reposados TR11, TR5 y TR18, son los tequilas que presentan la máxima astringencia, junto con el tequila blanco TR22, en este tipo de tequila también hay una muestra que tiene una baja astringencia, TB23.

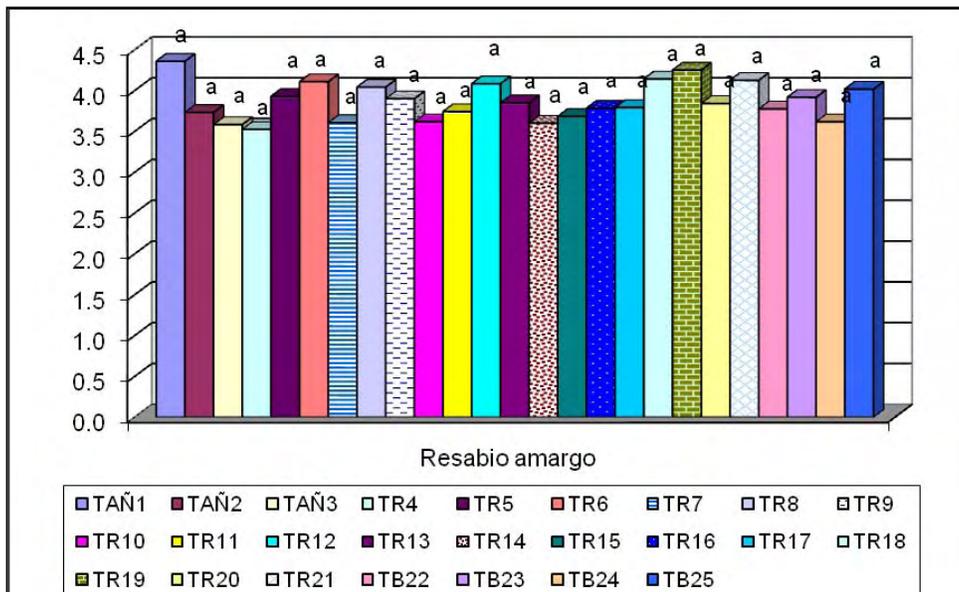


Gráfica 57. Atributo de sensación astringente en los tres tipos de tequila. Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

3) Resabio amargo

Este atributo fue el único en el cuál no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre todos los tequilas, es decir, todos tuvieron la misma intensidad de resabio amargo, tal como se puede observar en la gráfica 58. Estos eran los resultados esperados, ya que como se observa en la gráfica 50, atributos de sabor amargo no presentaron diferencias significativas entre todas las muestras, excepto TR20, pero en general los jueces percibieron el mismo sabor y resabio amargo en todas las muestras.

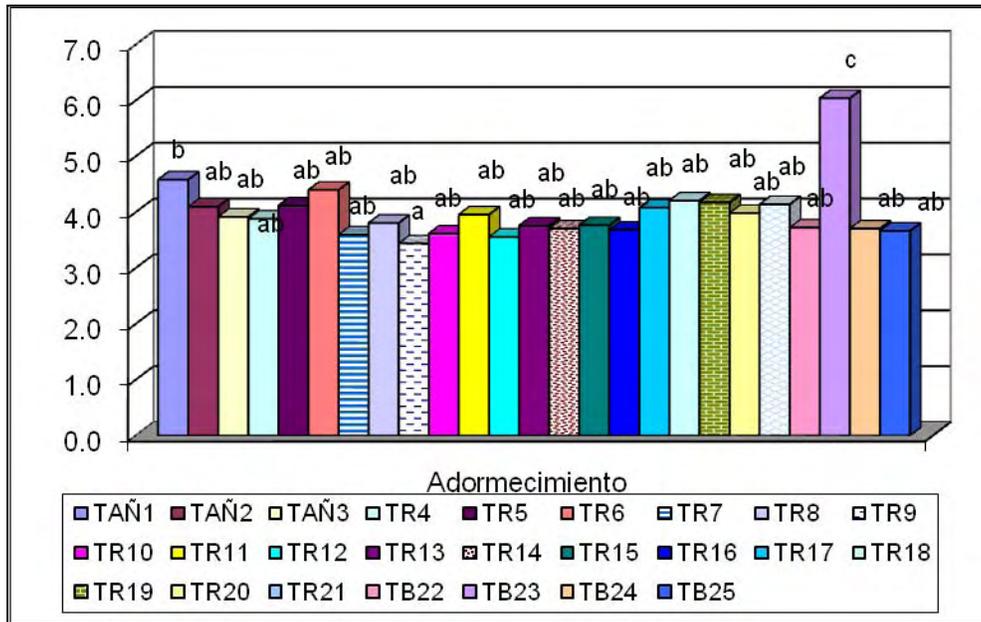


Gráfica 58. Atributo de resabio amargo en los tres tipos de tequila. Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.

abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

4) Adormecimiento

En la gráfica 59 se puede observar que el tequila blanco TR23 es la muestra que fué estadísticamente diferente al resto de los demás tequilas, presentando el máximo adormecimiento, siendo en cambio el tequila reposado TR9 el que presentó el mínimo adormecimiento. El resto de los tequilas presentaron cierta semejanza al TR9 y al añejo TAÑ1.



Gráfica 59. Atributo de adormecimiento en los tres tipos de tequila. Los valores son promedios obtenidos por 12 jueces.
 abcde Muestras con diferente letra indican diferencia a un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Una vez hecho todo el análisis en forma conjunta, en las tablas 37 a 40 se muestra de forma resumida los tequilas con los valores más altos que presentan una diferencia estadísticamente significativa, en cada uno de los 26 atributos evaluados, para los tres tipos de tequilas evaluados.

Tabla 37. Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de ASPECTO.

	COLOR	FORMACION DE PELICULA	LAGRIMEO	ACEITOSO
AÑEJO	--	TAÑ2	--	TAÑ2
REPOSADO	--	--	--	--
BLANCO	TB22	TB23	--	TB24

Tabla 38. Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de OLOR.

TEQUILA	Etanol	Dulce	Cítrico	Frutal	Madera	Herbal	Agave	Floral	Almendra
<i>AÑEJO</i>	TAÑ1	TAÑ2	TAÑ3	TAÑ2	TAÑ3	--	TAÑ1	TAÑ2	--
<i>REPOSADO</i>	--	--	--	--	--	--	TR10	--	--
<i>BLANCO</i>	TB23	--	--	--	TB24	--	--	--	--

Tabla 39. Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de SABOR.

TEQUILA	Etanol	Ácido	Amargo	Seco	Madera	Dulce	Clave	Agave	Frescura
<i>AÑEJO</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>REPOSADO</i>	--	--	--	--	--	TR15	--	TR13	--
<i>BLANCO</i>	--	TB22	TB25	--	--	--	TB24	TB25	TB23

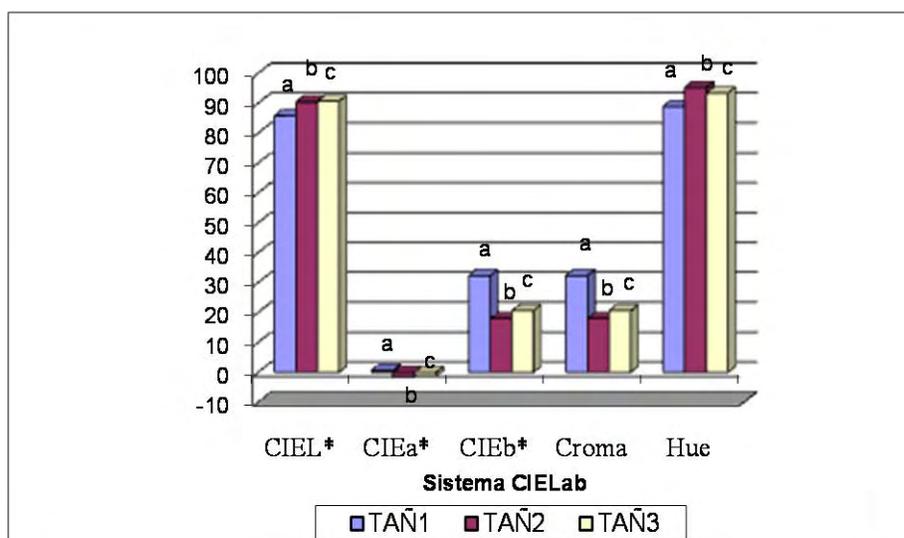
Tabla 40. Resumen de tequilas con diferencia estadísticamente significativa en atributos de OTRAS SENSACIONES.

	QUEMANTE	ASTRINGENTE	RESABIO AMARGO	ADORMECIMIENTO
AÑEJO	--	TAÑ1 TAÑ2	TAÑ1	TAÑ1
RESPOSADO	--	TR5 TR18	TR6 TR12 TR18 TR19 TR21	TR6
BLANCO	--	--	TB25	--

7.2 ANALISIS INSTRUMENTAL DE COLOR

7.2.1 Tequilas Añejos

Los resultados en la gráfica 60 de la evaluación instrumental de color se muestra que entre las tres muestras evaluadas son estadísticamente diferentes entre sí en todos los atributos de color evaluados; L^* , a^* , b^* , croma y hue. Esto puede atribuirse a que, aun cuando son del mismo tipo, es decir, añejos, durante el proceso de añejamiento pudieron existir diferencias, ya que éste proceso es el que le confiere el color característico al tequila. Entre las diferencias que pudiera haber en el proceso se encuentran el tipo de barrica usada, ya que puede ser de roble blanco o encino, y sobre todo el tiempo de añejado, ya que no es lo mismo dejarlo el tiempo mínimo requerido, que es de 1 año, a estar añejado más tiempo, entre más tiempo se quede en las barricas los compuestos terpenoides y fenolicos presentes en las barricas de madera (roble o encino), tendrán un mayor efecto en el color y aroma del tequila. Este efecto se refleja en los resultados ya que el TAÑ1 reporta en la etiqueta un tiempo de 3 años de añejamiento, teniendo un color más intenso, haciendo que su luminosidad, la mas baja de entre los tres tipos, indicando una opacidad, además tiene tonos intensos de rojo y amarillo, valores altos en $CIEa^*$ y $CIEb^*$, respectivamente.



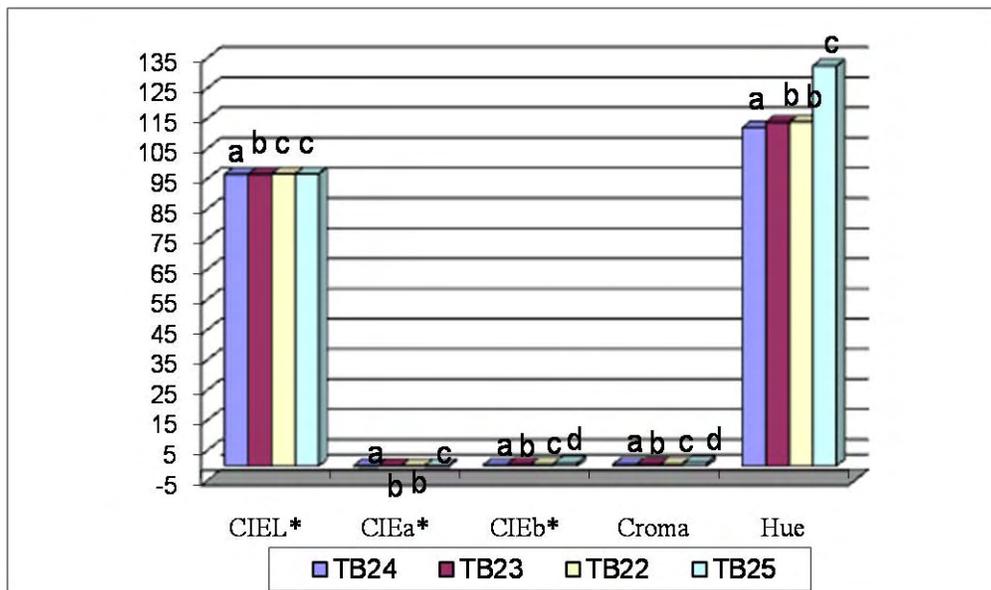
Gráfica 60. Análisis instrumental de color en tequilas añejos.

^{a,b,c} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha = 0.01$ entre las muestras.

7.2.2 Tequilas Blancos

En la gráfica 61 se muestra que los tequilas TB22 y TB25 no muestran diferencia estadísticamente significativa en el atributo de luminosidad. En el atributo a^* , al tener valores negativos muestran una pequeña predominancia hacia los verdes ($-a^*$), y con respecto al atributo b^* , predominan los tonos amarillos ($+b^*$). Se muestra, también, que entre tequilas TB22 y TB23 no existe diferencia significativa en el atributo a^* y hue.

Pero los atributos b^* y Croma se observa que entre las 4 muestras estudiadas hay una diferencia estadísticamente significativa.



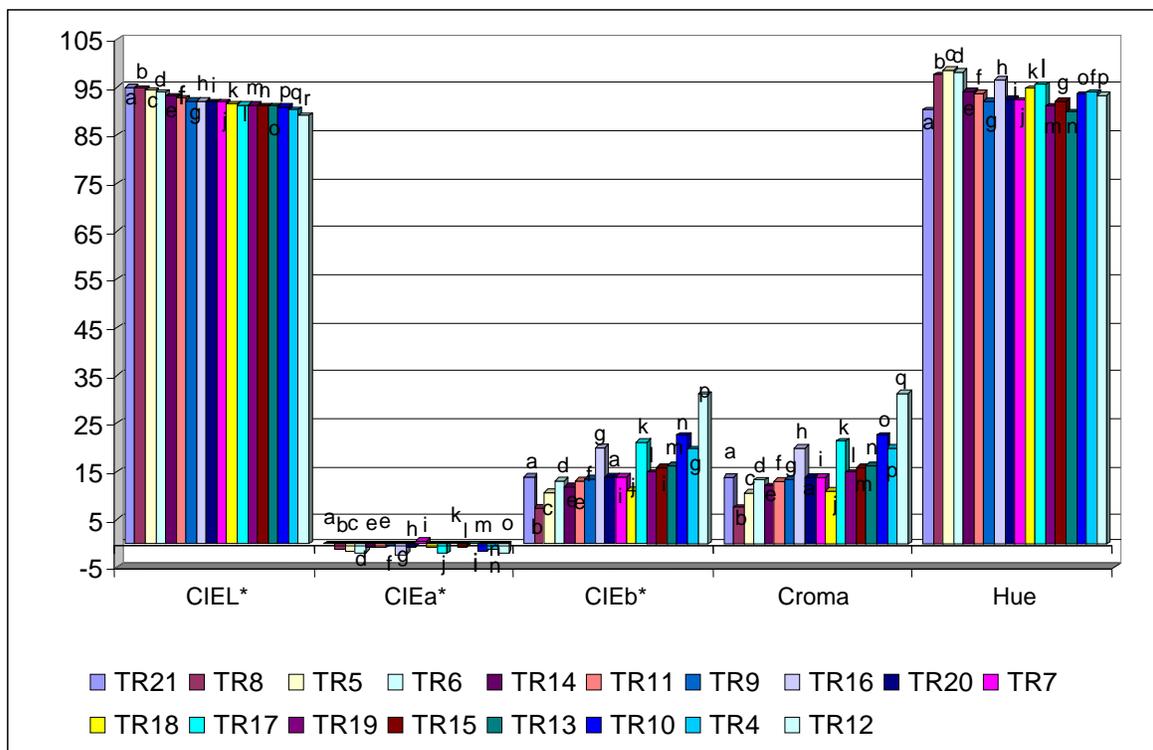
Gráfica 61. Análisis instrumental de color en tequilas blancos.

^{a,b,c} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha = 0.01$ entre las muestras.

7.2.3. Tequilas Reposados

Se observa en la gráfica 62, que en el atributo de luminosidad las 18 muestras presentan una diferencia significativa, es decir todas las muestras tienen una luminosidad diferente entre sí, aun cuando no varía el tipo de tequila. Los tequilas TR14 y TR11 son iguales entre ellos, así como los tequilas TR7 y TR15 tampoco se encontró diferencias significativas, en los atributos de a^* y b^* , teniendo tendencias a

tonos verdes (-a*) y amarillas (+b*), siendo el tequila TR12, el que presento el valor más alto en este último atributo, con un valor similar al encontrado en el tequila añejo TR1 en este mismo atributo de color, esto era de esperarse ya que este tequila reposado presenta el color más intenso a simple vista. Esto pudiera deberse a que también este tipo de tequilas se reposa en barricas, pero por menos tiempo, mínimo 2 meses. Por lo que el factor durante el proceso de reposado que afectará en el color en este caso, al igual que en los añejos, es el factor tiempo.



Gráfica 62. Análisis instrumental de color en tequilas reposados.

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

7.2.4. Análisis conjunto con los promedios de los tres tipos de tequilas

En la tabla 41 y gráfica 63 se muestra que el promedio de los tequilas blancos, para los atributos a*, b* y croma del sistema CIELab, son valores cercanos al 0, en el caso de a*, al tener un número negativo, muestra que predomina muy poco el verde, en b*, su

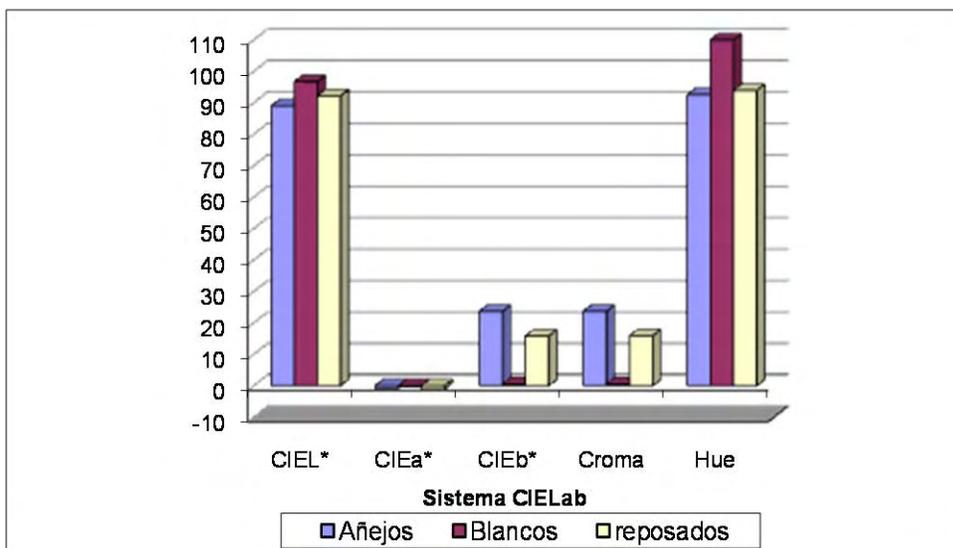
valor indica que hay ligeramente un color amarillo. En cambio en luminosidad, CIEL* tuvo el valor más alto entre los tres tipos de tequila, esto es debido a que al reflejar todos los colores, y ser “inoloro”, le da una mayor luminosidad en comparación con los tequilas reposados y añejos.

Entre los tequilas reposados y añejos se observaron valores promedios muy similares en todos los atributos de color estudiados. Los atributos a* y b* muestran que en los tequilas añejos predomina, un poco más, los tonos rojos y amarillos, respectivamente, en comparación con el tequila reposado. Esto es comprensible debido a que los tequilas añejos tienen un color ámbar más fuerte, y opaco debido a que se añejan en barricas de roble, las cuales contienen terpenos, que además de darle aromas más intensos y amaderados al tequila, le confieren un color más intenso, esto a la vez explica el por qué tuvo el valor de luminosidad más bajo.

En cambio el tequila reposado es más translucido y con colores menos intensos, lo que podría explicar que haya tenido un valor en la luminosidad muy cercano a los tequilas blancos.

Tabla 41. Valores estadísticos obtenidos en los diferentes atributos de color en los tres diferentes tipos de tequilas.

Atributo		Añejos	Blancos	Reposados
CIEL*	Promedio	88.960	96.649	92.170
	D. S.	2.304	0.065	1.547
	Coef de Var.	2.590	0.067	1.679
CIEa*	Promedio	-0.756	-0.248	-1.047
	D. S.	1.020	0.082	0.679
	Coef de Var.	-134.927	-33.139	-64.828
CIEb*	Promedio	23.610	0.510	15.829
	D. S.	6.487	0.263	5.358
	Coef de Var.	27.476	51.550	33.847
Croma	Promedio	23.650	0.571	15.877
	D. S.	6.460	0.265	5.362
	Coef de Var.	27.314	46.416	33.772
Hue	Promedio	92.535	118.016	93.938
	D. S.	2.771	8.617	2.522
	Coef de Var.	2.994	7.302	2.685



Gráfica 63. Valores promedio de los atributos de color del sistema CIELab en los diferentes tequilas. Los valores representan el promedio de 5 replicas obtenidos los 3, 4 y 18 diferentes tequilas añejos, blancos y reposados, respectivamente.

7.3 Circulo Aromático del Tequila

Los sabores y aromas generados por los componentes evaluados a la concentración mostrada en el apartado de materiales y métodos son mostrados en las tablas 42 y 43. En estas tablas se muestran los resultados generados en las dos soluciones evaluadas, etanol y tequila al 19%, los compuestos volátiles se evaluaron en ambas soluciones para poder determinar con mayor precisión las notas y sabores que confieren al tequila los componentes estudiados. En general se observa que el sabor y aroma que se ve potenciado con todos los componentes evaluados es el dulce, esto debido a que el etanol como tal presenta cierto aroma y sabor dulce. En el caso del acetato de etilo potencia el aroma floral y dulce, la vainillina el dulce y vainillina, el benzaldehído el olor y sabor almendrado, el linalol las notas florales y ácida, el propanol las mismas notas que linalool, el eugenol a clavo, el acetaldehído frutal y floral, todos fueron potenciados tanto en aroma y sabor, sin embargo el 3- hexanol solo influyó en el aroma, dando notas herbales pero no contribuyó en el sabor, además el isopropanol solo potenció el olor y sabor floral en tequila blanco.

Tabla 42. Aromas con los que contribuyen algunos compuestos químicos.

Compuestos	OLOR	
	<i>Sol. ETOH19 %</i>	<i>Tequila al 19%</i>
<i>Acetato de Etilo</i>	Dulce, Chocolate, floral	Dulce, Floral, Agave, frutal
<i>Benzaldehido</i>	Almendras, anís, dulce, frutal	Almendrado, dulce
<i>Vainillina</i>	Dulce, vainilla, frutal	Dulce, frutal, chocolate
<i>Linalool</i>	Floral, herbal, cítrico, dulce, limón	Floral, herbal, ácido
<i>Acetaldehído</i>	Dulce, almendras, frutal, floral	Dulce, floral, frutal
<i>Isobutanol</i>	Madera, dulce	Frutal, floral, dulce
<i>Eugenol</i>	Clavo	Clavo, Madera
<i>Alcohol Isoamílico</i>	NC	NC
<i>3-Hexenol</i>	Herbal, dulce, floral	Herbal, floral
<i>Propanol</i>	Dulce, cítrico, floral	Floral, dulce
<i>Mezcla de isobutanol, propanol y alcohol isoamílico</i>	NC	NC

NC: No contribuyo de manera perceptible al aroma

La mayoría de los aromas detectados por el panel para los compuestos de vainillina, linalool, eugenol e isobutanol han sido reportados en otro estudio realizado en tequila por Benn y Peppard, (1996), es decir, otro panel encontró la misma asociación de notas olorosas para los compuestos antes mencionados.

Tabla 43. Sabores con los que contribuyen algunos compuestos químicos.

Compuestos	SABOR	
	<i>Sol. ETOH 19 %</i>	<i>Tequila al 19 %</i>
<i>Acetato de Etilo</i>	Dulce, ácido, frutal	Dulce, herbal, agave
<i>Benzaldeído</i>	Almendrado, dulce, anís	Almendrado, dulce, ácido, madera
<i>Vainillina</i>	Dulce, ácido, vainilla, frutal	Dulce, vainilla
<i>Linalool</i>	Floral, ácido, frutal	Floral, ácido
<i>Acetaldehído</i>	Ácido, dulce, agave	Dulce, floral
<i>Isobutanol</i>	Dulce, ácido, herbal	Dulce, frutal, floral
<i>Eugenol</i>	Clavo	Clavo
<i>3- Hexenol</i>	Ácido, dulce	Floral, dulce
<i>Propanol</i>	Dulce, floral, ácido	Madera, floral, frutal

8

CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- Se logró conformar un panel entrenado en el uso de la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), el cual fue conformado por 12 personas, con edades comprendidas entre 20- 25 años.
- Se generaron un total de 127 atributos en el tequila, consiguiéndose reducir a 26 atributos a evaluar en los tres diferentes tipos de tequila. Los atributos fueron: color, formación de película, lagrimeo y aceitoso (en aspecto), etanol, dulce, cítrico, frutal, madera, herbal, agave, floral y almendrado (en olor), etanol, ácido, amargo, seco, madera, dulce, clavo, agave y frescura (en sabor), quemante, astringente, resabio amargo y adormecimiento (en otras sensaciones).
- El perfil sensorial entre los tequilas añejos mostró que solo hubo diferencia estadística en los atributos de color, lagrimeo, olor frutal, herbal y almendrado, y sensación quemante, presentando las tres muestras el mismo sabor. El análisis instrumental de color mostró que los cinco atributos de color evaluados las muestras de tequilas añejos fueron estadísticamente diferentes, además de predominar los tonos rojos y amarillos, colores característicos de este tipo de tequilas.
- Entre los tequilas blancos hubo una diferencia estadística en los atributos de lagrimeo, olor dulce, cítrico, frutal, herbal, floral y almendrado, en sabor etanol, seco, dulce, sensación quemante, astringente y adormecimiento. En el análisis instrumental de color predominaron los tonos amarillos, y un poco de verde, además de ser los tequilas más luminosos, con respecto a los otros tipos.
- Entre los tequilas reposados, hubo diferencia estadística en los veintitrés de los veintiséis atributos evaluados, siendo la excepción el olor agave, resabio amargo, y adormecimiento. En análisis instrumental de color mostró que en luminosidad todas las muestras de este tipo de tequila fueron diferentes, además de presentar en general tonos menos intensos

- Para olor se mostró que los tequilas añejos presentaron un alto aroma cítrico, madera, agave y almendrado, en comparación con los tequilas blancos que tuvieron únicamente un alto aroma floral y en los reposados un aroma herbal, floral y en algunos almendrado también.
- Para sabor se obtuvo que los tequilas reposados presentaron un mayor sabor ácido, seco, dulce, madera y fresca, en cambio el blanco presentó en menor cantidad estos mismos sabores, los añejos tuvieron en cambio un alto sabor a madera y dulzor.
- En las sensaciones generadas en los tequilas blancos fueron más quemante y uno de ellos presentó el máximo adormecimiento, TB23, y poca astringencia, comparados con los reposados que son más astringentes.
- En general los atributos donde no hubo diferencias estadísticas entre los 25 tequilas evaluados fue olor frutal, sabor amargo y resabio amargo.
- Los componentes que contribuyeron tanto en aroma y sabor en el tequila fueron: acetaldehído, acetato de etilo, vainillina, benzaldehído, linalool, propanol, eugenol, dando los aromas y sabores a, floral y frutal, floral y dulce, dulce y vainilla, almendrado, floral y ácida, floral y ácido, clavo, respectivamente.
- El 3 hexenol solo contribuyó en el aroma en el tequila, teniendo un efecto nulo en el sabor del mismo.

9

BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez de la Cuadra, J. J, ¿Gusta usted un Tequila?, Información científica y Tecnológica, 232 (18): 44-51, 1996.
- Barbosa, G. O., y Meneses, N. M. A. La luz: Una opción para identificar el tequila adulterado, Ciencia y Desarrollo, Junio; 25-29, 2006
- Bárcenas, P., y Pérez E. F. J., Análisis sensorial de alimentos. Desarrollo del vocabulario descriptivo y uso de referencias específicas., Alimentaria, 314: 23-28, 2000.
- Benn, S., y Peppard, T. Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis, J. Agriculture Food Chemistry, 44: 557-566, 1996.
- Baldwin, S., Black A., Aromatic congeners formation in maturation of alcoholic distillates, J. Agriculture Food Chem., 15, 381-385, 1967
- Bertrand, A. Utilization de la Chromatographie en phase gazeuse pour le dosage des constituants volatils du vin, Thesis, Fac. Sci. Univ. De Bordeaux
- Donnell, E., y Hulin-Bertaud, S. Development and learning process of a sensory vocabulary for the odor evaluation of selected distilled beverages using descriptive analysis, Journal of Sensory Studies, 16; 425-445, 2001.
- Gil-Vega, K., y Díaz, C. AFLP analysis of Agave tequilana varieties, Plant Science, 170: 904-904, 2006.
- González C. L. Medida del color de bebidas fermentadas y derivados. Vinos, cervezas y brandis, Alimentaria, 216; 59-64, 1990.
- González, M. L. y Díaz, R. F. Caracterización de los compuestos olorosos del aroma de vinos de Tenerife mediante la técnica sensorial del <<sniffing>>, Alimentaria, 253, 53-61, 1994
- Hernández, M. C, Influencia de los capsaicinoides en la percepción de los gustos básico, Tesis Licenciatura, UNAM, pág 37, 38, 2006.
- Izquierdo, C. P. M., y García, R. E. Evolución de los parámetros CIELAB en vinos de la variedad cencibel desde el encubado hasta el embotellado, Alimentaria, 237; 127- 131, 2001
- López, M. G. Tequila aroma. In flavor Chemistry of Ethnic Foods, Shaidi, F., Ho, C.-T., Eds.; Plenum: New York, 1999; pp 211-217.

- Macías, M. A. El clúster en la industria del tequila en Jalisco, México, *Agroalimentaria*, 13: 57-72, 2001.
- Mancilla-Margalli, N., López, M., Generation of Maillard Compounds from Inulin During the Thermal Processing of Agave Tequilana Weber var. Azul, *J. Agric. Food Chem.*, 50; 806-812, 2002.
- McCaig, T.N. *Extending the use of visible/near-infrared reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agricultural products*. *Food Research International* 35 731–736, 2002.
- Murray, J. M. Descriptive sensory analysis: past, present and future, *Food Research International*, 34; 461-471, 2001.
- NOM-006-SCFI-2005. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones.
- Nykänen, L., y Suomalainen, H. Aroma of Beer, Wine and Distilled alcoholic beverages. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, pág, 1-413, 1983
- O’Sullivan M. G., Byrne D.V., Martens M. *Evaluation of pork colour: sensory colour assessment using trained and untrained sensory panellists*, *Meat Science*, 63: 119-129, 2003.
- Pedrero, D. y Pangborn, R. M. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alambra Mexicana, México, pág. 87-99, 1996.
- Pino, J. A. Los componentes volátiles del Aroma del Ron, *Alimentaria*, 269: 79-84, 1996.
- Schiffman S. S. Graham B G, Sattely-Miller E a, Taste, smell and neuropsychological performance of individuals at familiar risk for Alzheimer’s disease, *Neurobiology of Aging*; 23: 397-404, 2002
- Stone, H. Quantitative Descriptive Analysis; Developments, applications, and the future, *Food Technology*, 52:8; 48-52, 1998.
- Sánchez, R. E. Fentanes, Z. J., *Introducción al Tequila. Una tradición refinada.*, Consejo Regulador del Tequila, A.C., México, 2004
- Sponholz, W.,y Dittrich, H. Die Bildung von SO₂-bindenden Gärungs-Nebenprodukten höheren Alkoholen und Estern bei einigen Reinzuchtheftstämmen and bei einigen für die Weinbereitung wichtigen “tilden Penh”, *Wein Wiss*, 29, 301-314, 1974

- Torre, H. P. Bases Científicas del análisis sensorial, Alimentaría, 155-164, 2000.
- www.crt.org.mx/CRTI/denomination.htm,2007

10 ANEXOS

ANEXO I. Cuestionario de Generación de Descriptores



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Evaluación Sensorial de Tequila**

GENERACION DE DESCRIPTORES

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Ante usted tiene una serie de muestras, evalúelas de izquierda a derecha.

Empiece evaluando su olor y describa todas las notas que encuentre, posteriormente evalúa su apariencia y finalmente pruebe las muestras removiéndolas por toda la boca sin tragarlas e indique las diferentes notas de sabor que encuentre

Enjuáguese entre muestra y muestra, y coma un poco de galleta si lo cree necesario. Espere al menos 5 minutos antes de evaluar la siguiente muestra.

	CARACTERISTICAS			
CLAVE	OLOR	APARIENCIA	SABOR	OTRAS

ANEXO II. Cuestionario para evaluar el Perfil Sensorial del Tequila

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Laboratorio de Evaluación Sensorial

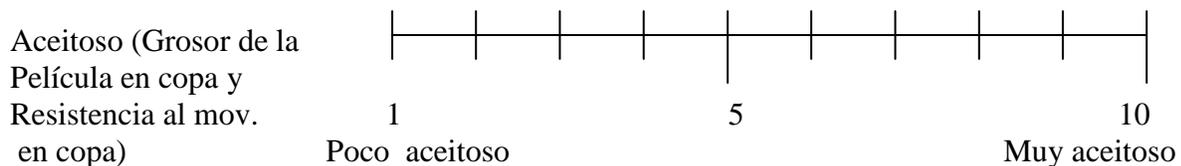
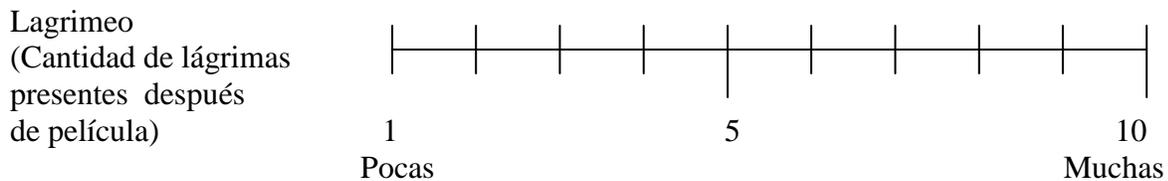
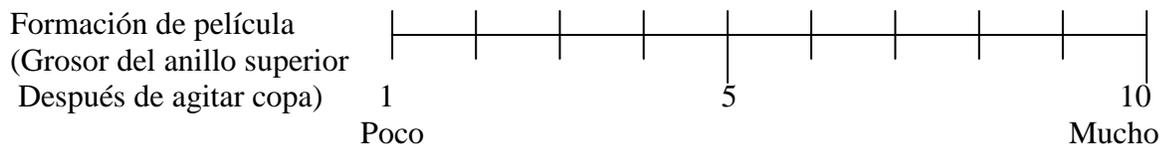
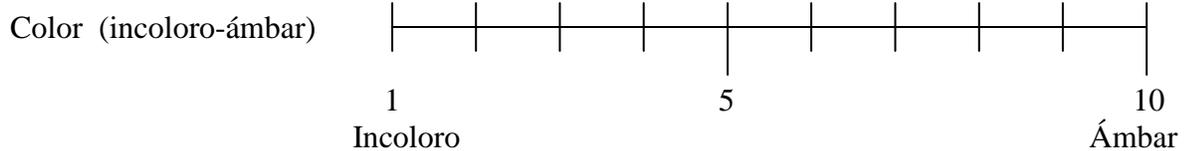
PERFIL SENSORIAL DE TEQUILA

Nombre _____ Fecha _____ Clave _____

ASPECTO

ATRIBUTO

INTENSIDAD

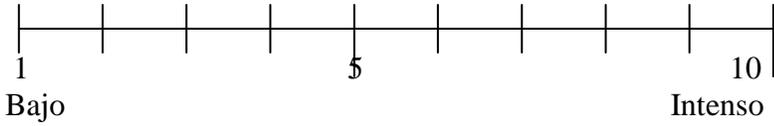


OLOR

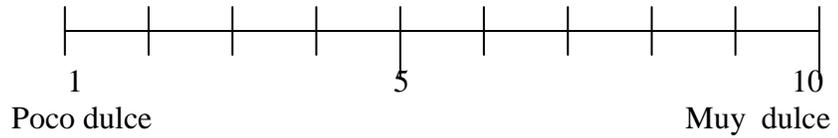
ATRIBUTO

INTENSIDAD

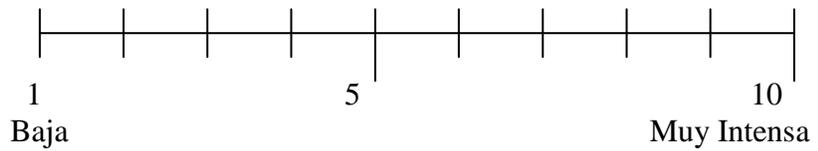
Etanol



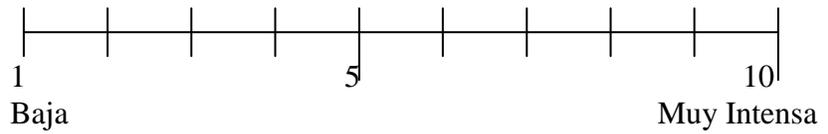
Dulce



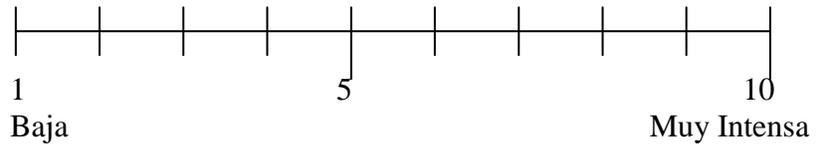
Cítrico



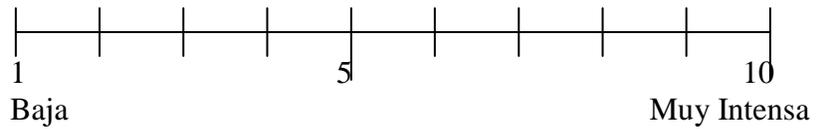
Frutal



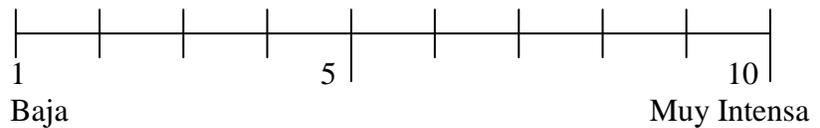
Madera



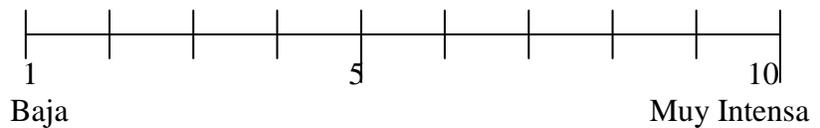
Notas herbales



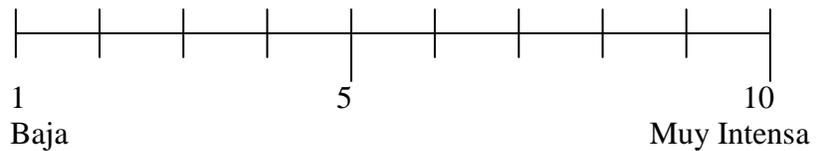
Agave Cocido



Floral



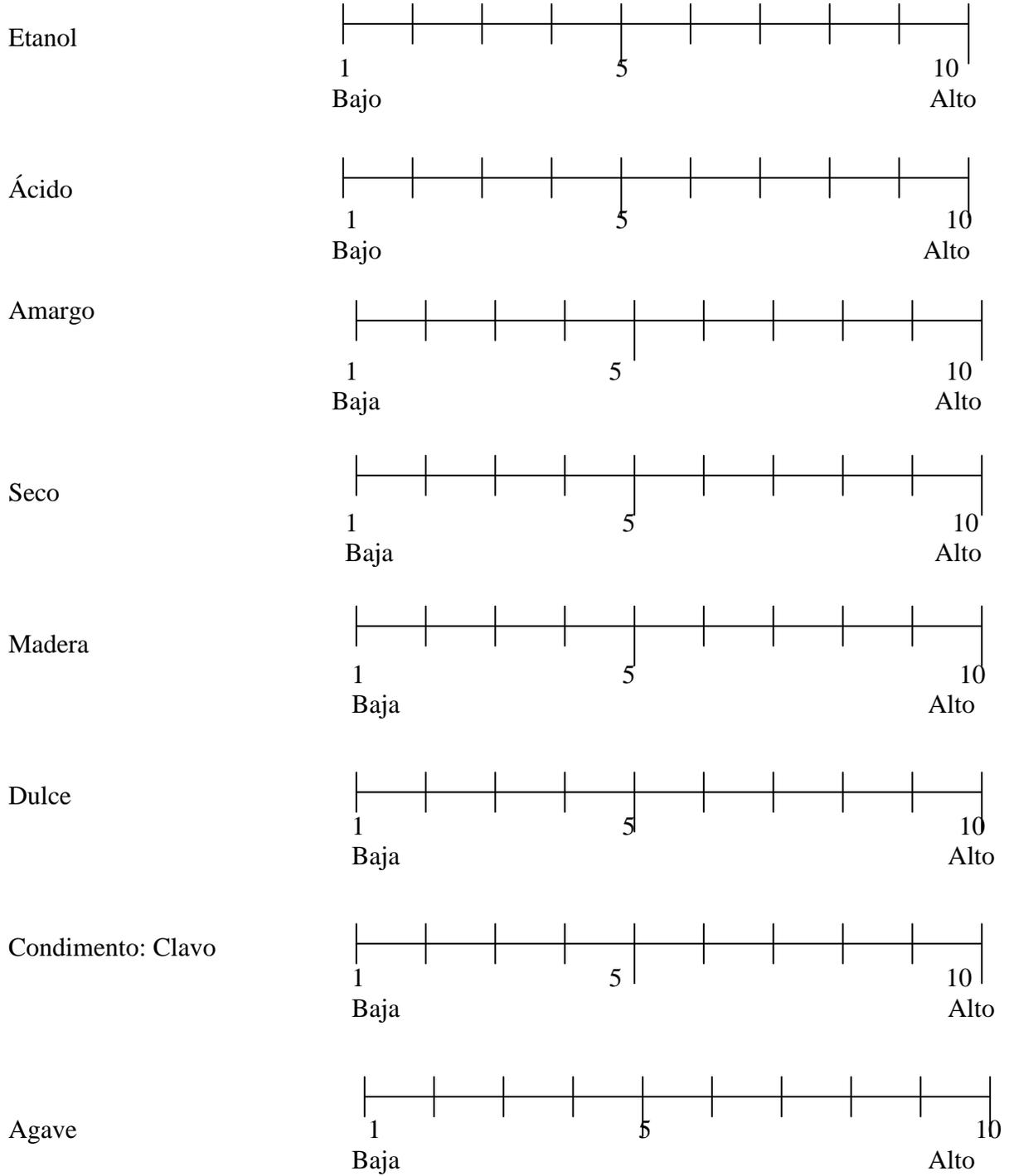
Almendrado



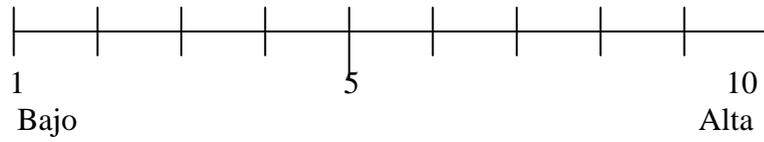
SABOR

ATRIBUTO

INTENSIDAD



Frescura

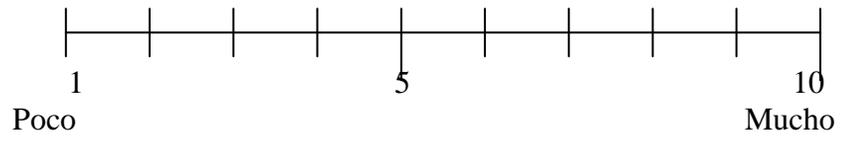


OTRAS

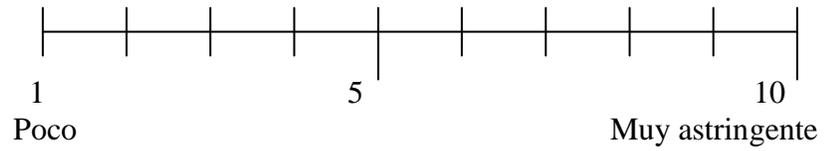
ATRIBUTO

INTENSIDAD

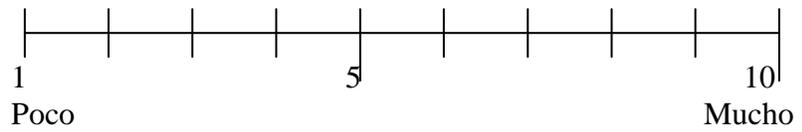
Quemante



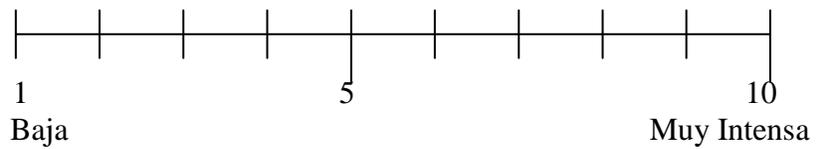
Astringente



Resabio Amargo



Adormecimiento
u hormigueo



ANEXO III. Cuestionario para elaborar el Círculo Aromático del Tequila.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TEQUILA
Laboratorio de Análisis Sensorial

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Instrucciones: Ante usted tienen muestras de tequila, inicie probando la referencia y a continuación evalúe el resto de las muestras. Enjuáguese entre muestra y muestra e indique los olor(es) y sabor (es) que percibe.

Muestra	Notas Olfativas	Notas de Sabor

ANEXO IV. Ejemplo de Análisis Estadístico en Tequila Añejo (Olor Herbal)

✓ *Summary Statistics for Herbal*

Muestras	Count	Average	Variance	Standard deviation
TAÑ1	12	3,79167	1,06629	1,03261
TAÑ2	12	4,14167	0,668106	0,817378
TAÑ3	12	3,08333	1,7197	1,31137
Total	36	3,67222	1,28492	1,13354

Muestras	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
TAÑ1	2,0	6,0	4,0	0,744617
TAÑ2	3,0	6,0	3,0	1,14854
TAÑ3	1,0	6,0	5,0	0,975806
Total	1,0	6,0	5,0	0,182568

Muestras	Std. kurtosis
TAÑ1	0,814565
TAÑ2	1,12687
TAÑ3	0,819826
Total	0,504818

The StatAdvisor

This table shows various statistics for Herbal for each of the 3 levels of Muestras. The one-way analysis of variance is primarily intended to compare the means of the different levels, listed here under the Average column. Select Means Plot from the list of Graphical Options to display the means graphically.

✓ *ANOVA Table for Herbal by Muestras*

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	6,97722	2	3,48861	3,03	0,0619
Within groups	37,995	33	1,15136		
Total (Corr.)	44,9722	35			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Herbal into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 3,02998, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Herbal from one level of Muestras to another at the 95,0% confidence level.

✓ *Multiple Range Tests for Herbal by Muestras*

Method: 95,0 percent LSD

Muestras Count Mean Homogeneous Groups

TAÑ3	12	3,08333	X
TAÑ1	12	3,79167	XX
TAÑ2	12	4,14167	X

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

ANEXO V. Ejemplo de Análisis Estadístico en Tequila Reposado (olor frutal).

✓ *Summary Statistics for Frutal*

Muestras	Count	Average	Variance	Standard deviation
TR10	12	3,56667	1,70788	1,30686
TR11	12	3,81667	1,28515	1,13365
TR12	12	4,23333	1,15333	1,07393
TR13	12	3,3	1,02	1,00995
TR14	12	3,0	2,0	1,41421
TR15	12	3,43333	0,980606	0,990256
TR16	12	4,23333	0,598788	0,773814
TR17	12	3,89167	0,591742	0,769248
TR18	12	3,54167	1,06629	1,03261
TR19	12	2,91667	1,03061	1,01519
TR20	12	3,41667	0,628788	0,792961
TR21	12	3,05	1,12091	1,05873
TR4	12	4,18333	1,60333	1,26623
TR5	12	3,26667	0,780606	0,883519
TR6	12	3,33333	1,74242	1,32001
TR7	12	3,34167	1,04811	1,02377
TR8	12	3,25	1,11364	1,05529
TR9	12	3,26667	0,926061	0,96232
Total	216	3,50231	1,20386	1,0972

Muestras	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
TR10	2,0	6,0	4,0	0,580013
TR11	2,0	6,0	4,0	-0,0168254
TR12	2,0	6,0	4,0	-0,0163309
TR13	2,0	5,5	3,5	1,02438
TR14	1,0	6,0	5,0	0,981818
TR15	2,0	5,0	3,0	0,319167
TR16	3,0	5,0	2,0	-0,909355
TR17	3,0	5,0	2,0	0,217501
TR18	2,0	5,0	3,0	-0,0829514
TR19	2,0	5,0	3,0	1,5809
TR20	2,0	5,0	3,0	0,459831
TR21	2,0	5,0	3,0	0,567456
TR4	2,0	6,0	4,0	-0,13421
TR5	2,0	4,2	2,2	-0,753603
TR6	1,5	5,0	3,5	0,0596239
TR7	2,0	6,0	4,0	2,3124
TR8	2,0	5,0	3,0	0,738433
TR9	2,0	5,0	3,0	0,109257
Total	1,0	6,0	5,0	1,30564

Muestras	Std. kurtosis
TR10	-0,485266
TR11	0,328589
TR12	0,918542
TR13	0,464151
TR14	0,100709
TR15	-0,425203
TR16	-0,742101
TR17	-0,870278
TR18	-0,728933
TR19	0,285551
TR20	0,23575
TR21	-0,805973
TR4	-0,609977
TR5	-1,0339
TR6	-1,19999
TR7	2,65104
TR8	-0,450082
TR9	-0,523541
Total	-1,74446

The StatAdvisor

This table shows various statistics for Frutal for each of the 18 levels of Muestras. The one-way analysis of variance is primarily intended to compare the means of the different levels, listed here under the Average column. Select Means Plot from the list of Graphical Options to display the means graphically.

✓ *ANOVA Table for Frutal by Muestras*

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	34,448	17	2,02635	1,79	0,0316
Within groups	224,381	198	1,13324		
Total (Corr.)	258,829	215			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Frutal into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1,79 is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0,05, there is not a statistically significant difference between the mean Frutal from one level of Muestras to another at the 95,0% confidence level.

✓ *Multiple Range Tests for Frutal by Muestras*

Method: 95,0 percent LSD

Muestras	Count	Mean	Homogeneous Groups
TR19	12	2,91667	X
TR14	12	3,0	XX
TR21	12	3,05	XXX
TR8	12	3,25	XXX
TR5	12	3,26667	XXX
TR9	12	3,26667	XXX
TR13	12	3,3	XXX
TR6	12	3,33333	XXXX
TR7	12	3,34167	XXXX
TR20	12	3,41667	XXXXX
TR15	12	3,43333	XXXXX
TR18	12	3,54167	XXXXX
TR10	12	3,56667	XXXXX
TR11	12	3,81667	XXXX
TR17	12	3,89167	XXX
TR4	12	4,18333	XX
TR16	12	4,23333	X
TR12	12	4,23333	X

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

ANEXO VI. Ejemplo de Análisis Estadístico en Tequila Blanco (Quemante).

✓ *Summary Statistics for Quemante*

Muestras	Count	Average	Variance	Standard deviation
TB22	12	3,93333	1,21697	1,10316
TB23	12	6,08333	1,17424	1,08362
TB24	12	4,73333	1,10788	1,05256
TB25	12	5,23333	0,562424	0,749949
Total	48	4,99583	1,57275	1,25409

Muestras	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
TB22	2,0	6,0	4,0	0,276822
TB23	5,0	8,0	3,0	0,456356
TB24	3,0	6,0	3,0	-0,665624
TB25	4,0	7,0	3,0	1,34197
Total	2,0	8,0	6,0	0,00241944

Muestras	Std. kurtosis
TB22	0,0338901
TB23	-0,976699
TB24	-0,457699
TB25	1,62673
Total	0,133084

The StatAdvisor

This table shows various statistics for Quemante for each of the 4 levels of Muestras. The one-way analysis of variance is primarily intended to compare the means of the different levels, listed here under the Average column. Select Means Plot from the list of Graphical Options to display the means graphically.

✓ *ANOVA Table for Quemante by Muestras*

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	29,2425	3	9,7475	9,60	0,0001
Within groups	44,6767	44	1,01538		
Total (Corr.)	73,9192	47			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Quemante into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 9,59987, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is less than 0,05, there is a statistically significant difference between the mean Quemante from one level of Muestras to another at the 95,0% confidence level. To determine which means are significantly different from which others, select Multiple Range Tests from the list of Tabular Options.

✓ *Multiple Range Tests for Quemante by Muestras*

Method: 95,0 percent LSD			
Muestras	Count	Mean	Homogeneous Groups
TB22	12	3,93333	X
TB24	12	4,73333	XX
TB25	12	5,23333	X
TB23	12	6,08333	X

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 4 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 3 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.