

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



Entrenamiento de un panel para la evaluación de licores de cacao  
(*Theobroma cacao L.*) proveniente de cinco asociaciones de la  
zona norte de Guatemala.

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por  
Karla Marié Melgar Serrano  
para optar al grado académico  
Licenciado en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala,  
2019



Entrenamiento de un panel para la evaluación de licores de cacao  
(*Theobroma cacao L.*) proveniente de cinco asociaciones de la  
zona norte de Guatemala.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



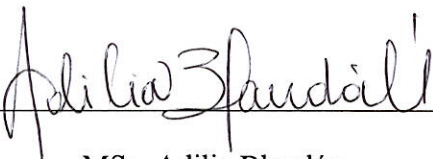
Entrenamiento de un panel para la evaluación de licores de cacao  
(*Theobroma cacao L.*) proveniente de cinco asociaciones de la  
zona norte de Guatemala.

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por  
Karla Marié Melgar Serrano  
para optar al grado académico  
Licenciado en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

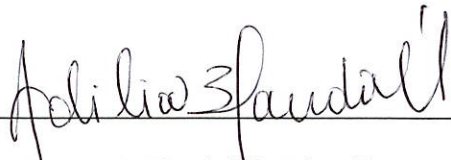
Guatemala,  
2019



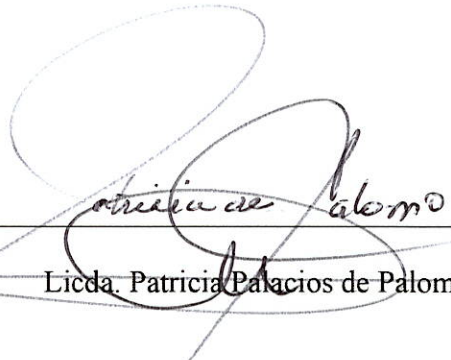
Vo. Bo.:

(f)   
MSc. Adilia Blandón

Tribunal Examinador:

(f)   
MSc. Adilia Blandón

(f)   
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
Licda. Patricia Palacios de Palomo

Fecha de Aprobación: Guatemala, 04 de diciembre de 2019

## PREFACIO

La elaboración de esta tesis ha sido posible gracias al esfuerzo, tiempo invertido y dedicación de Andrea, Dominique, Ximena, Paola, Gisella, Valeria, Monnica, Gabriela, Isabella, José Alejandro y Brenda, miembros del panel entrenado quienes a lo largo de ocho meses brindaron el apoyo necesario para la obtención de resultados.

Quiero agradecer, a la MSc. Adilia Blandón de Villalta, asesora y mentora de esta investigación. Su guía, paciencia y enseñanza en el campo del análisis sensorial hicieron que fuera posible culminar este trabajo de investigación.

Asimismo, agradecer al Programa Cocoa of Excellence por la donación de muestras de licor de cacao en la etapa inicial del proyecto, así como el apoyo de la Ing. Dolores Alvarado, quien con su asesoría fue un elemento clave para llevar a cabo el entrenamiento del panel sensorial, la preparación y la evaluación de las muestras de licor de cacao.

En lo personal, no puedo dejar de agradecer a aquellas personas que me han acompañado a lo largo de esta tesis. Comienzo agradeciéndole a mi madre, Karla Marietta, por el apoyo incondicional y a mi hermana, Estefanía, por brindarme su ayuda, ánimo y solidaridad. A Franck, por estar pendiente, aún en la distancia. Finalmente, a mis amigas, Leslie y Natalia por su paciencia, palabras de motivación, tiempo e incondicional amistad.

A todos ellos reitero mi más sincero agradecimiento.

# ÍNDICE

	Página
PREFACIO .....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE GRÁFICOS .....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
A. Historia del cacao.....	5
B. Botánica del cacao .....	5
C. Producción de cacao Guatemala .....	6
1. Producción de cacao en Alta Verapaz .....	7
2. Asociaciones .....	7
3. Variedades de cacao.....	9
4. Clasificación comercial del cacao.....	10
5. Comercialización de cacao .....	10
D. Caracterización sensorial de cacao .....	11
E. Análisis sensorial .....	13
1. Percepción de sabores.....	13
2. Percepción de aromas .....	14
3. Diferencias anatómicas .....	15
4. Análisis descriptivo.....	16
5. Panel entrenado.....	18
6. Perfiles sensoriales.....	19
V. ANTECEDENTES .....	20
VI. METODOLOGÍA.....	22
VII. RESULTADOS.....	26
VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
IX. CONCLUSIONES .....	64

X.	RECOMENDACIONES.....	65
XI.	BIBLIOGRAFÍA .....	66
XII.	ANEXOS .....	72

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Criterios de selección de panelistas.....	26
Cuadro 2. Panelistas aprobados .....	28
Cuadro 3. Léxico y referencias desarrolladas por el panel .....	29
Cuadro 4. Descripción de sesiones .....	31
Cuadro 5. Análisis estadístico ANOVA para datos obtenidos en prueba de reproducibilidad/validación de panel.....	32
Cuadro 6. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor ácido, en datos obtenidos en validación de panel.....	33
Cuadro 7. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor amargo, en datos obtenidos en validación de panel.....	33
Cuadro 8. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cocoa, en datos obtenidos en validación de panel.....	34
Cuadro 9. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor banano, en datos obtenidos en validación de panel.....	34
Cuadro 10. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cítrico, en datos obtenidos en validación de panel.....	34
Cuadro 11. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor nuez, en datos obtenidos en validación de panel.....	35
Cuadro 12. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor carne/cuero, en datos obtenidos en validación de panel .....	35
Cuadro 13. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor moho, en datos obtenidos en validación de panel.....	35
Cuadro 14. Análisis estadístico ANOVA para datos obtenidos en la evaluación de muestras .....	39
Cuadro 15. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor ácido, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	40
Cuadro 16. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor dulce, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	40

Cuadro 17. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor amargo, en datos obtenidos en evaluación de muestras.....	40
Cuadro 18. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor cocoa, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	41
Cuadro 19. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor banano, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	41
Cuadro 20. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor cítrico, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	41
Cuadro 21. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor fruta oxidada, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	41
Cuadro 22. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor especias, en datos obtenidos en evaluación de muestras.....	42
Cuadro 23. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor nuez, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	42
Cuadro 24. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor verde, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	42
Cuadro 25. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor acético, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	42
Cuadro 26. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor carne/cuero, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	43
Cuadro 27. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor humo, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	43
Cuadro 28. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor moho, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	43
Cuadro 29. Prueba de rango de Tukey’s HSD entre muestras para el descriptor astringencia, en datos obtenidos en evaluación de muestras .....	43
Cuadro 30. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Cahabón .....	47
Cuadro 31. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Lachúa.....	48

Cuadro 32. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Polochic .....	48
---	----

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Interacción producto y panelista.....	24
Figura 2. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Ademayach, Cahabón ...	51
Figura 3. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Cahabón .....	52
Figura 4. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic I.....	53
Figura 5. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic II.....	54
Figura 6. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Asodirp, Lachuá.....	55
Figura 7. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Asolsenor, Lachuá .....	56
Figura 8. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Katbalpom, Lachuá.....	57
Figura 9. Preparación de muestras prueba de coincidencia de aromas.....	129
Figura 10. Preparación de muestras prueba de coincidencia de aromas.....	129
Figura 11. Prueba de coincidencia de aromas.....	130
Figura 12. Prueba de coincidencia de sabores .....	131
Figura 13. Azafates listos para la recepción de candidatos .....	131
Figura 14. Candidatos realizando pruebas filtro (A y B).....	132
Figura 15. Utilización de luz roja para prueba de coincidencia de aromas .....	133
Figura 16. Preparación de muestras a temperatura de degustación para generación de descriptores .....	134
Figura 17. Entrenamiento descriptor verde/tierra .....	135
Figura 18. Entrenamiento descriptor afrutado/banano.....	135
Figura 19. Entrenamiento descriptor ácido.....	136
Figura 20. Entrenamiento descriptor carne/cuero.....	136
Figura 21. Entrenamiento descriptor afrutado y calibración de escala.....	137
Figura 22. Entrenamiento descriptor especias y verde .....	137
Figura 23. Entrenamiento descriptor nuez.....	138
Figura 24. Entrenamiento descriptor nuez y verde .....	138
Figura 25. Entrenamiento descriptor fruta oxidada .....	139
Figura 26. Entrenamiento descriptor floral, cocoa y humo .....	139
Figura 27. Entrenamiento descriptor humo, moho y astringente.....	140
Figura 28. Sesión de validación de panel.....	140

Figura 29. Cubículo listo para sesión de evaluación de muestras.....	141
Figura 30. Muestras colocadas en deshidratadores para ser calentadas a temperatura de evaluación (40°C).....	142
Figura 31. Cuadernos de notas de panelistas y listado de asistencia .....	143
Figura 32. Premio de sesión, galletas.....	143
Figura 33. Premio de sesión, chocolates y paletas de cajeta.....	144
Figura 34. Premio de sesión, chocolates.....	144
Figura 35. Panelistas realizando evaluación de muestras final.....	145

## LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Resultados ejercicios de escala.....	26
Gráfico 2. Resultados prueba de aromas.....	27
Gráfico 3. Resultados prueba de sabores .....	27
Gráfico 4. Resultados de disponibilidad de horario.....	28
Gráfico 5. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor nuez .....	36
Gráfico 6. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo .....	36
Gráfico 7. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor ácido .....	37
Gráfico 8. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero ...	37
Gráfico 9. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo .....	38
Gráfico 10. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Ademayach, Cahabón .....	44
Gráfico 11. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Cahabón	44
Gráfico 12. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic I .....	45
Gráfico 13. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic II .....	45
Gráfico 14. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Asodirp, Lachuá .	46
Gráfico 15. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Asolsenor, Lachuá .....	46
Gráfico 16. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Katbalpom, Lachuá .....	47
Gráfico 17. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Cahabón .....	49
Gráfico 18. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Lachuá.....	49
Gráfico 19. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Polochic.....	50

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Póster de reclutamiento de panelistas.....	72
Anexo 2. Master Sheet - Prueba de coincidencia de olores, primera parte .....	73
Anexo 3. Master Sheet - Prueba de coincidencia de olores, segunda parte.....	75
Anexo 4. Master Sheet - Prueba de coincidencia de sabores, primera parte .....	77
Anexo 5. Master Sheet - Prueba de coincidencia de sabores, segunda parte.....	79
Anexo 6. Cuestionario pruebas filtro .....	81
Anexo 7. Recomendaciones para panelistas .....	87
Anexo 8. Consentimiento informado.....	88
Anexo 9. Master Sheet – Generación de descriptores .....	89
Anexo 10. Generación de descriptores .....	90
Anexo 11. Listado de atributos .....	91
Anexo 12. Análisis de muestras atributos.....	92
Anexo 13. Master Sheet - Caracterización de muestras .....	93
Anexo 14. Caracterización de muestras.....	94
Anexo 15. Master Sheet – Validación de panel.....	95
Anexo 16. Validación de panel.....	96
Anexo 17. Output R, datos validación de panel.....	98
Anexo 18. Master Sheet – Evaluación de muestras .....	108
Anexo 19. Evaluación de muestras.....	112
Anexo 20. Output R, datos evaluación de muestras .....	114
Anexo 21. Imágenes del proceso de reclutamiento, entrenamiento y evaluación de muestras .....	129

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue el entrenamiento de un panel compuesto de doce jueces, para la evaluación de licores de cacao provenientes de la zona norte de Guatemala. Para este propósito se hizo una rigurosa selección de personas mediante pruebas filtro. Se utilizó un método sensorial genérico que toma secciones del método QDA (Análisis Descriptivo Cuantitativo) y Spectrum (Perfil de Sabor) para el entrenamiento de los panelistas. Este proceso estuvo compuesto por tres partes: establecimiento del léxico y familiarización con el manejo de la escala, verificación de la reproducibilidad de los jueces y evaluación de las muestras. Este perfil favorecerá para identificar las diferencias existentes entre los atributos sensoriales de cacao proveniente de cinco asociaciones de la zona norte de Guatemala. El perfil sensorial de los licores beneficiará a los productores de cacao en el momento de ofrecer su producto en el mercado internacional. Asimismo, se proveerá un método diferente al que se ha utilizado históricamente en el análisis sensorial de cacao y chocolate.

# I. INTRODUCCIÓN

La calidad final de un grano fino de cacao se ve influenciado por distintos factores tales como: genética, postcosecha, transformación, suelo y estación. La etapa que más crítica se considera para la mejora de las características organolépticas del cacao es el manejo postcosecha.

El proyecto “Evaluación de la Calidad del Cacao (*Theobroma cacao L.*) en post cosecha”, tiene como objetivo evaluar las características químicas, físicas, fisicoquímicas y sensoriales como parámetros en el control de calidad en la cadena de producción y transformación del cacao. Actualmente, este proyecto se está llevando a cabo en la Universidad del Valle de Guatemala, con fondos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA.

Para la parte sensorial se realizó este trabajo de investigación, con el fin de desarrollar perfiles sensoriales del licor de cacao proveniente de cinco diferentes centros de acopio de las regiones Polochic, Cahabón y Lachuá del departamento de Alta Verapaz, Guatemala, mediante el método genérico de análisis descriptivo. Las muestras de cacao recolectadas son provenientes de las siguientes asociaciones: para la región de Lachuá: Katbalpom, Asodirp, Asolsenor; para la región de Cahabón: Ademayach y Apodip; y por último para la región de Santa Catalina La Tinta, Polochic: Apodip.

Para la caracterización sensorial de los licores de cacao se realizó el reclutamiento y entrenamiento de un panel. De las 41 personas evaluadas, once fueron las seleccionadas para formar parte del panel entrenado. Estas personas fueron seleccionadas de manera rigurosa, probando sus habilidades sensoriales, así como conocimientos básicos necesarios para la evaluación sensorial. El método de entrenamiento utilizado, toma partes de los métodos QDA y Spectrum del análisis descriptivo. Se dividió la investigación en tres grandes fases: establecimiento del léxico y familiarización con el manejo de la escala, verificación de la reproducibilidad de los jueces y evaluación de las muestras.

Luego de realizada la verificación de la reproducibilidad de los jueces, se encontró que el descriptor especias debía ser reforzado, pues la interacción muestra y panelista fue significativa. En la evaluación final de las muestras se pudo comprobar que ninguno de los descriptores debía ser removido, los panelistas se encuentran entrenados para los diecisiete descriptores respaldando esta conclusión estadísticamente con la prueba ANOVA, ya que ninguno de estos mostró interacción entre los factores muestra-panelista. La elaboración de los perfiles sensoriales de las muestras caracterizadas de los cinco centros de acopio de las regiones Polochic, Cahabón y Lachuá, mostró que los descriptores amargo, cítrico, fruta oxidada, especias, nuez, verde, carne/cuero y moho son descriptores presentes en la mayoría de muestras analizadas, alcanzando ser descriptores propios del departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

## II. OBJETIVOS

### A. Generales

- Desarrollar un perfil sensorial del licor de cacao proveniente de cinco diferentes centros de acopio de las regiones Polochic, Cahabón y Lachuá del departamento de Alta Verapaz, Guatemala, mediante el método genérico de análisis descriptivo.

### B. Específicos

- Seleccionar a través de pruebas filtro a un grupo de personas para formar parte del panel entrenado.
- Entrenar a un panel sensorial especializado en licor de cacao, a través del método sensorial genérico.
- Evaluar muestras procedentes de cinco centros de acopio de las regiones Polochic, Cahabón y Lachuá del departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

### III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad no es suficiente caracterizar los alimentos desde un punto de vista fisicoquímico, microbiológico y nutricional. Si se desea ser competitivo y una posible expansión a mercados internacionales, se debe considerar la calidad sensorial del producto como uno de los aspectos más críticos. (Quintana & Gómez, 2011)

La demanda mundial del cacao se ha incrementado durante los últimos años debido al creciente mercado de chocolate. Junto con el aumento en la demanda, el control de los atributos de calidad se ha vuelto más riguroso para cumplir con las exigencias. (Guzmán, 2016) Según el Comité de Cacao y Chocolate de AGEXPORT, en Guatemala, el cultivo del cacao se centraliza en pequeños y medianos productores; pese a que la producción no es lo suficientemente grande como para cubrir la demanda local, la calidad que posee representa un potencial para su explotación en el mercado internacional.

Para satisfacer las distintas necesidades del mercado del cacao y del chocolate existen factores clave tales como las exigencias en cuanto a sabor y calidad por parte del consumidor. Se debe tomar en cuenta que, así como existen sabores y aromas deseados, también existen los no deseados. El cacao no debe contar con sabores y olores caracterizados como ácido, ahumado, terroso, crudo o mohoso, entre otros. (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015) Para esto existen ciertos protocolos de evaluación del aroma y del sabor. La calidad e intensidad tanto del aroma como del sabor difieren según las distintas variedades de cacao utilizado en la producción del chocolate. Estas diferencias surgen principalmente debido a la actividad enzimática y a la composición química que determina la cantidad de precursores de aroma y sabor. Además, los procesos de fermentación, secado y tostado aportan distintas cualidades en el aroma y sabor final. (Muñoz *et al.*, 2017)

Existen dos categorías de cacao reconocidas mundialmente: fino de aroma y ordinario. (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT, 1991) El mercado existente para el cacao fino de aroma es extenso; al ser un mercado Premium, los compradores se encuentran dispuestos a pagar grandes cantidades por tonelada métrica. En 2017 el cacao fino de aroma guatemalteco fue reconocido como uno de los mejores en el mundo durante la premiación por parte de *International Cocoa Awards*. Con base en esto, el comité de Cacao y Chocolate de Agexport, planea desarrollar en un futuro programas de asistencia técnica para los productores de cacao en el país y ayudar así a incrementar la oferta exportable del cacao fino de aroma, es decir, del cacao que posee el mayor valor económico debido a sus atributos sensoriales y características especiales que se asocian a su origen. En la actualidad, el mercado Premium equivale a un 0.02% del mercado mundial, pero los productores guatemaltecos tienen grandes expectativas de un aumento en su producción en los próximos años para crecer dentro de este mercado. (Vides, 2017)

En Guatemala no se ha reportado ningún ente o investigación que realice una caracterización sensorial enfocada en un adecuado análisis sensorial. Observación previa a esta investigación sugiere que las evaluaciones se realizan de manera informal y con poco fundamento. Los métodos de entrenamiento no documentan ningún tipo de seguimiento estadístico para demostrar el nivel de entrenamiento de los jueces. El producto guatemalteco merece ser expuesto en mercado internacional a través de herramientas completas y fiables para garantizarlo como un producto de alta calidad y que sea capaz de competir con otros productos en el mercado internacional.

Al realizar la caracterización sensorial de licor de centros de acopio, permite no sólo identificar si existe diferencia significativa sensorial entre ellos, si no también brindar información sobre el perfil sensorial de los distintos licores de cacao provenientes de Guatemala, que se venden en el extranjero.

Se ha elegido utilizar una metodología de Análisis Descriptivo que toma parte de la metodología de QDA (Análisis Descriptivo Cuantitativo) y Spectrum (Perfil de Sabor). La combinación de ambas metodologías hace que la adaptación a los recursos y disponibilidad de tiempo para el estudio sean aprovechados al máximo. Al realizar la combinación, tanto la metodología aplicada en este proyecto como los resultados que se obtengan, se podrán utilizar como base para desarrollar métodos e instrumentos de análisis sensorial para el cacao guatemalteco.

## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Historia del cacao

La palabra “cocoa” es una descomposición de la palabra “cacao” que se deriva directamente de los idiomas mayas y aztecas. (Afoakwa, 2010) El árbol de cacao, *Theobroma cacao*, originario de América del Sur y que se cree originario de los valles del Amazonas y el Orinoco, pertenece a la familia *Malvaceae*. (Afoakwa, 2010 & Martínez Botello, 2015) La importancia de este árbol radica en ser uno de los cultivos constantes más importantes del mundo y su uso en la fabricación del chocolate. (Almeida *et al.*, 2007)

El cacao es cultivado principalmente a la sombra de un bosque selectivamente reducido (Lobão *et al.*, 2007) y representa uno de los sistemas agroforestales más antiguos de América Tropical, conocido desde la época de los mayas (Bergman, 1969).

La utilización de los granos de cacao se remonta a los años 1400 (Rössner, 1997) cuando las civilizaciones aztecas e incas utilizaban los granos como moneda para la comercialización o para la producción del *chocolatl* o *xocolatl*. (Afoakwa, 2010) El *chocolatl* consistía en una combinación de granos de cacao tostadas con maíz, vainilla y chile; también podía elaborarse con azúcar, canela, clavo, anís, almendras, avellanas o achiote, que se necesitaba para darle color a la masa de chocolate. Los ingredientes utilizados dependían en gran grado del nivel social de los consumidores. (Camacho, 2017) Entre los mayas y aztecas, el *chocolatl* era una bebida de élite, reservada únicamente para las personas pertenecientes a la realeza, la nobleza, los mercaderes de larga distancia y los guerreros de alto rango. (Coe, 2015)

El cacao también fue utilizado como moneda en la antigua Mesoamérica. (Aranda, 2003) En el tiempo de la conquista española, para los aztecas y los mayas las semillas de cacao servían como medio de intercambio en las transacciones que se realizaban en los mercados. (Elizalde, 2006) Lo que permitió utilizar el cacao como moneda fue su facilidad para fraccionar la semilla, transportarla, conservarla y almacenarla. No cualquiera tenía acceso a esta semilla, debido a que la plantación y el almacenaje de la misma estaba a cargo de la nobleza; los sitios donde se almacenaban se conocían como “Casas del Cacao”. (Fernández, 2016)

### B. Botánica del cacao

El cacao, *Theobroma cacao* L. es un árbol originario de las regiones húmedas tropicales de la parte norte de América y América central. (Miranda, 1962) Mide entre 4-8 metros de alto, pertenece a la familia *Malvaceae*, subfamilia *Esterculiaceae*, al género *Theobroma* y la especie cacao. (Barazarte *et al.*, 2008)

La forma del fruto de este árbol puede ser alargado, claviforme, fusiforme o anguloso-ovalado, atenuado hacia la base y apicalmente apiculado, con una superficie de más o menos 10 surcos marcados o con 5 surcos prominentes y rugosa. (Dostert *et al.*, 2012) El pericarpo del fruto es moderadamente grueso y posee un mesocarpo leñoso delgado; las semillas son ovaladas o elípticas, regularmente redondas en la vista transversal, con cotiledones amarillo o blanco-amarillentos. (De la Cruz, 1995) Las características de las semillas van a estar fuertemente ligadas al ambiente, el número de semillas en el fruto, la variedad, entre otras cosas. (Enríquez, 1985)

## C. Producción de cacao Guatemala

En Centroamérica, la producción de cacao es de distinto tipo en cada uno de los países y, aun así, en muchos casos se lucha por el mismo mercado internacional. (Aguilar *et al.*, 2015) A pesar de eso, Guatemala, durante los últimos años, se ha convertido en importador de cacao. Esto se debe a su crecimiento en la industria chocolatera y la ausencia de oferta que existe en el mercado interno del país. (MAGA, 2014)

La producción de cacao en Guatemala se limita dentro de dos zonas específicas, gran parte del territorio de Alta Verapaz y en la costa sur occidental, en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. (CONADEA-MAGA, 2014)

Según el INE (2014), en su censo agrícola, determinó que en Guatemala habían más de 4 000 hectáreas de cacao sembradas. Conforme las estadísticas registradas en la SIECA (2013), las exportaciones de Guatemala al resto de la región tenían un valor de USD 12.65 mil dólares, lo que equivale a 46 toneladas de cacao. No obstante, el país realizó importaciones principalmente de Nicaragua y Honduras de USD 1.38 mil dólares (1.39 Tm) y USD 242 mil dólares (238 TM), respectivamente (MAGA, 2014)

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en el territorio guatemalteco existen alrededor de 159 000 hectáreas aptas para desarrollar el cultivo de cacao esto según las variables y criterios endofoclimáticos tales como: altitud, de 200 a 900 msnm; precipitación, 1 500-3 000 mm; temperatura media 21°C a 26°C; entre otras.

Según estimaciones de DIPLAN-MAGA, con base a datos del departamento de estadísticas económicas de la sección de cuentas nacionales del BANGUAT, la actividad productiva del cacao en Guatemala a nivel de generación de empleo aporta al sector económico con 272 mil 800 empleos directos por año.

## 1. Producción de cacao en Alta Verapaz

La población campesina en las áreas rurales de Guatemala subsiste a raíz de los ingresos provenientes de la agricultura. (Elías, 2016 y INE, 2011) En Alta Verapaz, la producción agrícola sobresaliente es el cardamomo. (Segeplan, 2010) Sin embargo, debido a las fluctuaciones en los precios y las dificultades que se han presentado para su comercialización, los productores locales han dejado de creer que sea un cultivo de potencial económico. A raíz de esto, el cacao ha ido aumentando su relevancia como cultivo agrícola. (APROCAV, 2014)

De acuerdo con el agro en cifras de 2014 del MAGA, la producción de cacao se distribuye de la siguiente forma alrededor de los distintos departamentos: Alta Verapaz con el 31%, Suchitepéquez el 31% y en San Marcos con un creciente 25%. En los municipios de Cahabón, Lanquín, La Tinta, Fray Bartolomé de las Casas y Cahal, del departamento de Alta Verapaz, debido a la creación de una Cadena Productiva para apoyar la comercialización, la importancia del cacao aumento significativamente. (APROCAV, 2014)

Gracias al apoyo de esta cadena productiva y a la organización de distintas asociaciones en distintos municipios del departamento, Alta Verapaz ya comercializa su producción. (Díaz, 2009) Es así como parte de la economía de estas comunidades, gira en torno a la producción de cacao. (Elías, 2016)

El cacao es un cultivo de sombra, por lo que la reforestación del municipio se convierte una actividad complementaria a la agricultura del cacao. (Agrocadena de Cacao de Guatemala, 2016) Al reforestar con cultivos como café, cardamomo, cítricos y otras especies frutales, no sólo se mejora el cultivo si no se crea otra fuente de ingresos y se reduce el daño ambiental. (Aguilar, 2014)

### a. Región Norte

La región norte de la cadena de valor de cacao abarca las partes bajas de los departamentos de Alta Verapaz, sur de Petén y norte de Quiché. Esta región, representa la zona de mayor producción de cacao en el país, alcanzando un rendimiento de 630 kg/ha. (MINECO, 2015) La línea base del cultivo de cacao, la subregión de Cahabón está comprendida por 944 hombres y 722 mujeres, representando un total de 1666 productores distribuidos en 8 organizaciones. La subregión Polochic, esta representada por 2 organizaciones que reúnen a 545 hombres y 475 mujeres. Por último, la subregión de Lachuá esta formada por cinco organizaciones productoras y tres productoras procesadoras, así como dos organizaciones comercializadoras, representadas por 726 productores y productoras. (Archila & Villanueva, 2017)

## 2. Asociaciones

### a. Asociación de Desarrollo Integral Rocjá Pontilá – ASODIRP

La Asociación de Desarrollo Integral Rocjá Pontilá – ASODIRP, se encuentra ubicada en la comunidad con el mismo nombre, en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala. Esta asociación fue creada en el año 2004 con veintiséis socios, para realizar la búsqueda de fuentes de ingresos y beneficios para las familias relacionadas con el cacao, esto impulsado por FUNDALACHUÁ. En el 2012 se obtienen las primeras cosechas de cacao con fines de comercialización, en ese entonces no fueron aplicadas técnicas necesarias para la obtención de un grano de calidad, solamente cosechaban y lavaban el grano, para luego venderlo a intermediarios de la localidad, quienes pagaban \$0.63 USD la libra de cacao seco. En el 2013 la asociación mejora las técnicas en temas de fermentación y secado, además de la implementación de dos secadores artesanales tipo invernadero y un centro de acopio costado por la asociación y dicha institución. A raíz de estas mejoras, se logra la atención de Cacao Verapaz, quien se convierte en el principal comprador pagando \$1.71 USD la libra de cacao seco. En la actualidad Asodirp cuenta con 48 socios activos, que se capacitan constantemente por promotores agrícolas exclusivos de la asociación por parte de FUNDASISTEMAS, además cuentan con un convenio de venta anual de 100 quintales base con Cacao Verapaz. (Archila & Villanueva, 2017)

b. Asociación de Desarrollo Integral Regional Peyán Katbalpom

El objetivo principal de la creación de la asociación Katbalpom, fue buscar de manera organizada la legislación de las tierras en las comunidades de Salacuim y Saholom. La sede de la asociación se encuentra ubicada en la comunidad de Salacuim a 185 kilómetros del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz. En el 2006, el proyecto Lachuá motiva a los productores de la asociación para trabajar con el cultivo del cacao, realizando una donación de 1000 plantas por socio, y estableciendo viveros de producción. En el 2010 se inicia con el nuevo proceso de plantación y fortalecimiento de capacidades en el manejo agronómico del cultivo, control de plagas y enfermedades y procesos de transformación de materia prima; con el apoyo de FUNDALACHUÁ, FUNDASISTEMAS, UICN y Rain Forest Alliance. En el 2013, se das las primeras cosechas de cacao en la comunidad, y se inicia la consecución de mercados e intermediarios para la venta del producto. Actualmente el proceso postcosecha en Katbalpom ha mejorado significativamente. Cacao Verapaz es su principal mercado y anualmente se comprometen a adquirir el 70% de la producción total, significando una garantía de compra para los miembros de la asociación. (Archila & Villanueva, 2017)

c. Asociación Selva Norte – ASOSELNOR

Asoselnor fue creada en el año 2004 con el financiamiento del proyecto “Lachuá”, siendo su principal objetivo el impulsar el desarrollo económico y productivo de esta región, contando con la participación de 150 socios. En el año 2006 a través de una donación del MAGA se establecen las primeras plantaciones de cacao con fines de producción y comercialización con un área de 30 hectáreas en la comunidad. Por desconocimiento del manejo del cultivo, la mayoría de las plantaciones presentó problemas

en su desarrollo, lo que desmotivó a algunos productores, y decidieron renunciar al trabajo en organización. A raíz de esta experiencia inicia la intervención de algunas organizaciones interesadas en mejorar la producción cacaotera de la región. En 2007, FUNDALACHUÁ y Rainforest Alliance inician un programa de fortalecimiento de capacidades en temas de manejo agronómico y mejoramiento genético del cultivo. Fue el 2013, donde se obtiene la primera cosecha de cacao. En 2014 Asoselnor, contando con únicamente 30 socios (mismos socios actuales) construyen un centro de acopio, donde se realiza hasta la fecha el proceso de transformación de materia prima de todos los productores de la asociación. En este mismo año Asoselnor y Cacao Verapaz, celebran el primer convenio de compra venta, comprometiéndose ambas partes en comercializar el 70% de la producción total de cacao por periodo productivo. (Archila & Villanueva, 2017)

### 3. Variedades de cacao

Las variedades del cacao se pueden clasificar debido a su genética. (Afoakwa, 2010) Existen tres principales grupos que se han descrito y cultivado: criollo, forastero y trinitario; estos varían según la morfología, los orígenes genéticos y geográficos. (Almeida, 2007)

El grupo criollo, es el cacao que fue originalmente cultivado por los mayas en Centroamérica, alrededor del 5% de la producción mundial del cacao. (Ruiz, 2014 y Afoakwa, 2010) En este grupo se encuentra el cacao fino aromático de alta calidad. De apariencia, el fruto es de superficie rugosa con forma alargada y extremo delgado, color rojo oscuro. Los granos son grandes, gruesos, redondos y los cotiledones son claros, ligeramente pigmentados. (Álvarez *et al.*, 2002)

El grupo genético forastero, es un grupo complejo, debido a su alta productividad posee el dominio de la producción mundial. Ocupa aproximadamente el 95% del total cultivado, y de este se obtiene un porcentaje casi igual del chocolate comercializado. (Ruiz, 2014) Los estaminoides de la flor de esta variedad son de color violeta, el fruto es de color amarillo cuando están maduras, poseen surcos y rugosidad poco notable; son lisos y su extremo es redondo. Los granos son más pequeños, más o menos aplanados y con cotiledones de color púrpura. (Vera, 1993) Es utilizado para la producción de chocolate con leche y manteca de cacao en polvo. (Fowler *et al.*, 1998)

El grupo trinitario lo constituyen una variedad híbrida, originadas en la Isla de Trinidad. Es conocido como “Cacao fino de aroma”, y puede deberse principalmente a la herencia de la variedad criolla. (Ruiz, 2014) Al ser una variedad híbrida, sus frutos poseen distintas formas y se encuentran de colores verdes y rojos cuando están inmaduras, llegando a ser amarillas-anaranjadas cuando están maduras. (Borbor y Vera, 2007). Sus granos generalmente son de tamaño mediano a grande con cotiledones rojizos. Desarrolla un fuerte aroma a chocolate y un sabor frutal. (ANECACAO, 2004).

#### 4. Clasificación comercial del cacao

En el mercado internacional el cacao posee una clasificación comercial, dividiendo a este en dos grandes categorías: cacao “fino o de aroma” y cacao “básico u ordinario”. (Sukha, 2016) El “cacao fino o de aroma”, se origina de las variedades Criollo y Trinitario; este posee características esenciales para la producción de chocolates de primera calidad. (Palacios, 2008)

El mercado de este último es bastante pequeño aún, 5%-6% de la producción mundial total. (Sukha, 2016) En América Latina y el Caribe se produce alrededor del 80% de este cacao, siendo Ecuador el principal productor, con 60% de la producción mundial del cacao fino o de aroma. Esta producción de alta calidad pone en ventaja al país con el resto de los productores a nivel mundial. (Palacios, 2008)

La creciente demanda debido al interés en chocolates oscuros especializados y chocolates oscuros de origen específico abre las puertas al mercado de chocolate de alta calidad, siendo una oportunidad grande para América Latina y el Caribe. (Sukha, 2016) El movimiento alcista en los precios que se pagan por tonelada ha creado nuevas oportunidades de empleo, comercialización a distintos mercados y posible diversificación económica de las economías en estos países de la región.

Anualmente, más del 95% de la producción mundial se considera como cacao básico u ordinario. La mayor parte de esta producción procede de países como África, Asia y Brasil. El cacao básico u ordinario, procede únicamente del cacao tipo forastero. (Palacios, 2008)

#### 5. Comercialización de cacao

El cacao de Mesoamérica posee atributos organolépticos únicos que lo hacen diferente a la producción de otras regiones, si se trabaja de manera adecuada la producción y post cosecha de los granos estos atributos es posible resaltarlos más. (Cunakakaw, 2017)

El cacao fino obtiene consistentemente precios más altos que los que logra el cacao corriente. Usualmente los cacaos finos o gourmet tienen un precio promedio de US\$2000/TM, por encima del corriente. Los precios que se pagan por el chocolate gourmet son muy atractivos gracias a un aumento de interés al chocolate oscuro por parte de los consumidores selectos. (Dúbon & Sánchez, 2011) Los precios del cacao corriente fluctúan entre US\$1000-US\$2300/TM; mientras que para el cacao fino van desde los US\$2800 y llegan hasta US\$5000+. (ICCO)

En Centro América, la comercialización de cacao se realiza para los diferentes mercados, nacional e internacional, a través de cooperativas de productores, y en forma independiente mediante los productores individuales. Los productores independientes venden el cacao en baba a distintas cooperativas, o cacao seco sin fermentar a pulperías y comerciantes que abastecen la industria nacional o mercados internos del país.

Existen comerciantes que se dedican a la venta del cacao al mercado centroamericano. (Lutheran World Relief, 2013)

A pesar de ser una calidad poco exigente la de este tipo de mercados, los precios se establecen con base a la demanda local, con ciertos castigos específicos en relación con la humedad y apariencia del producto, sujetos a los criterios del comprador. (Lutheran World Relief, 2013)

En Guatemala, el cacao es una importante materia prima que se procesa de manera artesanal para la elaboración de chocolates y bebidas, para lo cual ocasionalmente es necesario la importación de grano de Honduras y Nicaragua, debido a la baja producción actual en el país. (Dúbon & Sánchez, 2011)

## D. Caracterización sensorial de cacao

Es muy complicado la definición de sabores y aromas del cacao en las etapas de producción y comercialización, desde la cosecha hasta la producción del chocolate. Es por esto que, se requiere la distinción de las características de aroma y sabor del cacao hasta la etapa previa de la producción de chocolate, licor de cacao, como una herramienta de control de calidad. (Thamke *et al.*, 2009) La evaluación sensorial del cacao generalmente se realiza en los licores de cacao para poder percibir a través de los sentidos, los aromas y sabores básicos y específicos que caracterizan los determinados tipos de cacaos; esto en función de su origen, manejo pos-cosecha y torrefacción. (Dúbon & Sánchez, 2011)

Debido a la variedad de cacaos que se producen, finos y ordinarios o corrientes, surge la necesidad de protocolos y normas dentro de la industria del cacao para ser utilizados adecuadamente para la distinción de estos. (Sukha *et al.*, 2008) Esto con el fin de identificar y caracterizar los distintos tipos de cacao tanto en la cadena de comercialización como en las distintas líneas de investigación, sobre todo en los países donde la producción es mixta de los diferentes tipos de cacao. (Fadel *et al.*, 2006).

En el cacao es posible identificar sabores básicos y aromas específicos. Los cuatro sabores básicos que se identifican en las muestras de licor de cacao son: ácido, amargo, dulce y salado. (Dúbon & Sánchez, 2011) Mientras que dentro de los aromas específicos más comunes vamos a encontrar: cocoa, ácido cítrico, fruta oxidada, floral, nuez, especias y ácido acético. (Cocoa of Excellence Technical Committee, 2017) Dentro de los aromas específicos, existe una serie de defectos que se caracterizan por ser aromas no deseados en el licor de cacao, provenientes de un mal procesamiento de este: ahumado, moho y sobre fermentado. (Cocoa of Excellence Technical Committee, 2017)

El programa TCHO Source y alianza estratégica de Equal Exchange, se ejecuta con la colaboración de las cooperativas del cacao y café en Perú, Ecuador y República Dominicana. Dentro de la capacitación técnica

que tienen los “científicos agrícolas” de este programa se les da una capacitación sensorial, esto con el fin que cada uno de los agricultores y personas responsables de la calidad en las distintas cooperativas comprenda el verdadero valor de su producto: el sabor. (Sukha *et al.*, 2016) Una gran parte de TCHO, ha sido la implementación de Flavor Labs en el origen de la producción. Estos laboratorios son pequeños laboratorios en donde los granos de cacao son transformados en barras de chocolate que permiten a los agricultores realizar y probar chocolate con sus propios granos cultivados. Para la mayoría de ellos es la primera vez que prueban el chocolate hecho a base de sus granos de cacao. Parte de los laboratorios es el entrenamiento que se realiza de análisis sensorial para los agricultores y personas de la cooperativa. El desarrollo de sabores y aromas en el cacao puede ser matizado en distintos puntos de la cadena de suministro; desde el suelo, al clima, el tiempo que los granos son expuestos al secado por sol y demás. Luego de permitir a los agricultores y personal de las cooperativas realizar sus propias muestras de licor de cacao, el programa pasa una gran cantidad de hora enseñándole acerca del lenguaje sensorial. (Sweitzer & Kintzer, 2016)

El Instituto de Chocolate y Cacao Fino – FCCI, por sus siglas en inglés, es una organización sin fines de lucro dedicado a identificar, desarrollar y promover el chocolate y cacao fino, abordando principalmente cuestiones de ética y calidad en la cadena de suministro. (FCCI, 2019) La FCCI brinda capacitación rigurosa en muestreo y calibración de cacao para profesionales que buscan evaluar de manera consistente y precisa la calidad de cacao a nivel mundial. El principal objetivo de la organización con esta capacitación es crear un lenguaje común y una herramienta de comunicación para la calidad del cacao, brindado a cada una de las partes interesadas de la cadena de comercialización una forma más accesible y objetiva de retroalimentarse entre sí. El curso impartido se adecua tanto para productores de cacao, gerentes de calidad, asesores técnicos, importadores, exportadores, fabricantes de chocolates, chocolateros y profesionales. Se enseña a los participantes sobre la evaluación del cacao y el chocolate utilizando una variedad de técnicas tradicionales, además de enfocarse en el protocolo de clasificación de cacao de FCCI. Este protocolo es único debido a su simplicidad, repetitividad y accesibilidad. (FCCI, 2019)

El personal del FCCI discute acerca de la necesidad de definir, comprender y diferenciar entre los aromas y sabores simples y complejos con la calibración compatible mediante herramientas de capacitación para los diferentes grupos de interés en la cadena de valor del cacao. Se considera que el sistema debe ser simple, no demasiado intimidante y específicamente aplicable, con muestras de referencia estandarizadas para la calibración y actualización de las capacitaciones sensoriales. Además, como afirma Chloe Doutre-Roussel, instructora del curso, son las grandes compañías de chocolate que tienen un papel que desempeñar con el resto de la industria, difundir información y protocolos para el análisis del cacao y chocolate, sin necesidad de adentrarse en la elaboración del mismo. (Sukha *et al.*, 2016)

Dentro de la caracterización sensorial de cacao se encuentra información acerca de la identificación de sabores y olores no deseados en el cacao. La oficina internacional de cocoa, chocolate y productos de

confitería propone la siguiente metodología para la evaluación. (IOCCC, 1996) Las pruebas deben realizarse a 5-10 panelistas previamente entrenados para que prueben los licores a 65°C en sets de 5 muestras, de estas 5 muestras dos de ellas se sospecha que poseen sabores y aromas no deseados específicos y tres muestras de licor se sabe que están fuera de defectos. Los sets deben entregarse en orden aleatorizado para que los panelistas prueben el set en orden distinto. Las muestras se codifican con números aleatorios de 3 dígitos. Luego de la tabulación de las muestras si los sabores y aromas no deseados son identificados por 3 o más panelistas en el caso el total de evaluadores es de 5, o 4 o más panelistas en el caso el panel esté conformado por 10, los sabores y aromas no deseados fueron determinados de manera efectiva con un 95% de confianza. (IOCCC, 1996)

## E. Análisis sensorial

### 1. Percepción de sabores

El gusto es un sentido de contacto, para ser degustada, una sustancia debe normalmente ser soluble en agua y debe tener un contacto directo con el receptor. La integración de la percepción sensorial del gusto y del aroma componen el flavor de los alimentos. (Durán & Costell, 1999)

Los humanos son capaces de identificar cinco sabores básicos: dulce, salado, ácido, amargo y umami. Tradicionalmente, se ha considerado que existe una distribución muy concreta de los quimiorreceptores en determinadas zonas de la lengua (mapa gustativo). Sin embargo, actualmente, se ha demostrado que los quimiorreceptores para los cinco sabores se encuentran ampliamente distribuidos, aunque su densidad sea mayor en ciertas zonas de la lengua y del paladar. (Moreno, 2015)

#### a. Salado y ácido

El descriptor salado es el sabor elemental producido por la estimulación ocasionada por ciertas sales orgánicas e inorgánicas, tales como cloruro sódico. (INDECOPI, 2008) Los cationes de las sales de bajo peso molecular (Sancho *et al.*, 2002), son principales responsables del sabor salado, contribuyendo en menor medida los aniones (Guyton & Hall, 2003), siendo el cloruro de sodio el que posee el sabor salado más puro (Fortin & Desplancke, 2001). La mayor parte de la sal proporciona una elevada concentración de iones  $\text{Na}^+$  en el espacio extracelular, dichos iones entran a favor de gradiente a través de canales pasivos, provocando una despolarización.

Ácido, describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos, por ejemplo, cítrico, tartárico, entre otros. (Ibañez Moya, 2001 & INDECOPI, 2008) La intensidad del sabor es aproximadamente proporcional al logaritmo de la concentración de hidrogeniones (Sancho *et al.*, 2002) La percepción del sabor ácido varía sorprendentemente de individuo a individuo, esto se debe a las diferencias interindividuales del pH bucal (Fortin & Desplancke, 2001). Los receptores del sabor ácido se

clasifican en dos distintos grupos. El primer grupo comprende una serie de canales que conducen un flujo de protones, si estos están disponibles en la cavidad oral, donde los canales de sodio epitelial participan activamente. El segundo grupo comprende canales de entrada de iones de hidrógeno, incluyendo el canal del ión potasio. (Herrera-Lee, 2010) Los iones de hidrógeno bloquean los canales del ión potasio localizados en la membrana, produciendo la despolarización.

#### b. Dulce, amargo y umami

Dulce describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas tales como la sacarosa (INDECOPI, 2008), mientras que amargo describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina, algunos otros alcaloides y la cafeína. (Ibañez Moya, 2001 & INDECOPI, 2008)

Hoy en día las proteínas receptoras del sabor se han caracterizado gracias a la investigación genética, la naturaleza y los tipos de proteínas. Para sabores dulces, amargos y umami, dos familias de proteínas receptoras son funcionales, las T1R para dulces y umami y las T2R para sabores amargos. Las dos familias pueden existir juntas en papilas gustativas, pero se expresan en diferentes células (Sugita, 2006). La familia de T2R contiene alrededor de 40 variantes humanas activas con 38 genes intactos actualmente conocidos (Bachmanov & Beauchamp, 2007). En las mismas células se pueden coexpresar diferentes T2R, esto puede ser una explicación de por qué la mayoría de las sustancias de sabor amargo son similares en calidad y difíciles de diferenciar. (Bufe *et al.*, 2005 & Kim *et al.*, 2003)

## 2. Percepción de aromas

El olfato es un sentido de distancia, los estímulos deben encontrarse disueltos en el aire y tener una adecuada volatilidad. Finalmente, es el sentido químico que actúa tanto a la distancia como por contacto con las membranas orofaríngeas, y nasales. (García & Mirtá, 1987)

La olfacción se da antes de que el alimento entre en la boca como consecuencia de la entrada de moléculas volátiles en la cavidad nasal, lo cual provoca la configuración de una percepción que se denomina aroma. Posteriormente, la masticación causa la liberación de más moléculas volátiles que pasarán de la boca a la cavidad nasal y darán lugar a la olfacción retronasal, que es el principal elemento implicado en la generación de un flavor. (Moreno, 2015)

Por el otro lado, en la parte alta de la cavidad nasal se encuentran los receptores olfativos en dos pequeñas porciones del epitelio. Esta ubicación puede servir para proteger de daños al epitelio, pero también provoca que solo un pequeño porcentaje de las sustancias que son transportadas por el aire que fluye por la nariz en realidad lleguen a los órganos sensoriales. Para contrarrestar este factor, el sentido del olfato posee varios atributos que mejoran su sensibilidad. En cada uno de los lados de la nariz se tienen millones de

receptores, estos poseen una perilla terminal que sobresale en el moco con aproximadamente 20-30 cilios muy finos. Estos cilios aumentan el área superficial de la célula, exponiendo los receptores a estímulos químicos. El cuerpo principal de las células receptoras olfativas se encuentra dentro del epitelio y cada una envía un axón delgado a los bulbos olfatorios. (Heymann & Lawless, 2013)

### 3. Diferencias anatómicas

Conocer la anatomía de los sentidos puede ayudar a comprender de mejor manera como el consumidor o en este caso los panelistas interactúan con los productos para la estimulación de sus sentidos y cuales son las rutas que utilizan. (Carterette & Friedman, 1978)

En la lengua y el paladar blanco son los órganos sensoriales especializados los que contienen los receptores para nuestro sentido del gusto. Los receptores del gusto se encuentran en las membranas celulares de grupos de aproximadamente 30-50 células que se agrupan en una bola en capas llamada papila gustativa. Estas células son más parecidas a las células de la piel, que a las células nerviosas, y su vida útil es aproximadamente una semana. (Heymann & Lawless, 2013) Las células receptoras del gusto entran en contacto con los nervios gustativos primarios a través de una brecha o conexión sináptica. Se liberan paquetes de moléculas de neurotransmisores en esta brecha para estimular los nervios gustativos y enviar las señales gustativas a los centros superiores de procesamiento del cerebro. (Heymann & Lawless, 2013)

Las papilas gustativas se encuentran contenidas en estructuras especializadas que consisten en protuberancias y surcos en la lengua; la lengua no es una superficie lisa y uniforme. (Heymann & Lawless, 2013) En la superficie superior de esta encontramos pequeñas papilas filiformes en forma de cono que poseen una función táctil, pero no poseen papilas gustativas. Entre las papilas filiformes podemos encontrar papilas ligeramente más grandes en forma de hongo, especialmente en el frente y los bordes de la lengua, a menudo son de un color más rojizo. Estas pequeñas estructuras poseen de dos a cuatro papilas gustativas cada una, en promedio. (Arvidson, 1979) Estudios han encontrado más de cien en cada lado de la lengua, lo que indica un promedio de varios cientos de papilas gustativas en las papilas fungiformes adultas normales. (Miller & Bartoshuk, 1991) A lo largo de los lados de la lengua encontramos ranuras paralelas, llamadas papilas foliadas; cada surco contiene varios cientos de papilas gustativas. Además, las papilas circunvaladas son otra de las estructuras especializadas, estas son aproximadamente siete protuberancias grandes en forma de botón dispuestas en una V invertida en la parte posterior de la lengua que contienen varios cientos de papilas gustativas en las ranuras externas o fisuras en forma de foso que las rodean. (Heymann & Lawless, 2013) En el paladar blando también encontramos papilas gustativas, un área importante para la detección del sabor que normalmente es ignorada. La raíz de la lengua y la parte superior de la garganta también son sensibles a los sabores. Los recuentos de frecuencia de las papilas gustativas muestran que las personas con mayor sensibilidad al gusto tienden a poseer más papilas gustativas. (Bartoshuk *et al.*, 1994) Cualquiera de las

cualidades clásicas de sabor se puede percibir en cualquier área de la lengua, por lo que el mapa antiguo de la lengua con diferentes gustos en diferentes áreas no es exacto. (Collings, 1974)

Como se mencionó anteriormente los receptores del gusto son células epiteliales modificadas, mientras que los receptores olfativos son verdaderas células nerviosas. Estas neuronas son diferentes al resto, ya que su vida útil es corta siendo reemplazadas en aproximadamente 30 días. Este cambio y reemplazo de células hace que el sistema olfatorio sea un gran rompecabezas de la ciencia neuronal, ya que otras partes del sistema nervioso no se regeneran fácilmente cuando se dañan. (Heymann & Lawless, 2013) Sin embargo, este sistema no es inmune al daño. Una lesión en la cabeza puede ocasionar una separación en la fibra nerviosa de los receptores olfativos. Esto a veces se cura de manera autónoma, pero la mayoría de las veces deja al individuo sin un sentido del olfato funcional y, por lo tanto, privado de la mayoría de la percepción del aroma de los alimentos de por vida. Los líderes de los paneles sensoriales deben ser conscientes de la condición de pérdida total del olfato, llamada anosmia, y la selección de los panelistas para realizar tareas de análisis sensorial se debe hacer con pruebas de olfato. (Doty, 1991)

#### 4. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo es una de las herramientas más sofisticadas de las técnicas del análisis sensorial. (Heymann & Lawless, 2013) Estas son técnicas que permiten obtener descripciones sensoriales completas de los productos, identificar variables subyacentes del proceso y/o, determinar que atributos sensoriales son importantes para la aceptación. (Meilgaard, 1999)

Un análisis descriptivo usualmente tendría entre 8 y 12 panelistas que se entrenan con el uso de estándares de referencia, para comprender y acordar el significado de los atributos utilizados. Según la técnica utilizada, la descripción puede ser más o menos objetiva, así como cualitativa o cuantitativa. (Heymann & Lawless, 2013)

Los panelistas deben ser capaces de detectar y describir los atributos sensoriales percibidos de una muestra. Estos aspectos cualitativos de un producto se combinan para definir el producto e incluyen todas las propiedades de apariencia, aroma, sabor, textura o sonido de un producto que lo diferencian de otros. (Meilgaard, 1999) Además, los panelistas deben aprender a diferenciar y calificar los aspectos cuantitativos o de intensidad de una muestra y definir en qué medida, cada nota característica o cualitativa, está presente en esa muestra. (Heymann & Lawless, 2013)

Las claves para la validez y confiabilidad de las pruebas de análisis descriptivo son: (Meilgaard, 1999)

- Términos basados en una comprensión profunda de los principios técnicos y fisiológicos del sabor, textura o apariencia;

- Entrenamiento a fondo para obtener una lista completa de los mismos términos y aplicarlos de la misma manera; y
- Uso de la terminología para garantizar la aplicación coherente del panelista y los términos descriptivos a una percepción.

#### a. QDA – Análisis Descriptivo Cuantitativo

Este método nace de la insatisfacción de los analistas sensoriales debido a la falta de tratamientos estadísticos de los datos obtenidos a partir del perfil de sabor y métodos relacionados; fue desarrollado por Tragon Corp. (Stone *et al.* 1974 & Stone y Sidel 1992) Este método se basa en gran medida en el análisis estadístico para determinar los términos, procedimientos y panelistas apropiados que se utilizarán para el análisis de un producto específico. La selección de panelistas se hace de acuerdo con sus capacidades para discriminar las diferencias con base a las propiedades sensoriales entre las muestras del tipo de producto para el cuál serán entrenados. Para la fase de capacitación el QDA requiere el uso de referencias de productos e ingredientes, como con cualquier otro método descriptivo, para poder estimular la generación de léxico. El líder del panel debe abstenerse a influir en el panel, y su único deber es actuar como facilitador. Es importante dirigir hacia el uso de una terminología coherente, pero son los panelistas quienes pueden desarrollar su propio enfoque para la puntuación, utilizando una escala lineal de 15 cm, proporcionada por la metodología QDA. Los panelistas realizan sus evaluaciones de muestras en cabinas separadas para reducir distracciones e interacciones entre panelistas. Los datos se ingresan en una computadora o en hojas de puntaje, y luego son recopilados individualmente. No se lleva a cabo una discusión posterior sobre las muestras, datos o terminología; el líder debe guardar discreción respecto al desempeño de cada uno de los panelistas y cualquier otra información que se obtenga respecto a las muestras. (Meilgaard, 1999)

Los datos al final de una prueba QDA, son analizados estadísticamente por AOV con interacción y la información se entrega en gráficos de telaraña con una rama o radio desde un punto central para cada uno de los atributos. (Meilgaard, 1999)

#### b. Spectrum – Perfil del sabor

Este método fue desarrollado por Civille, su principal característica es que los panelistas deben de calificar las intensidades percibidas de los productos con escalas de intensidad absolutas aprendidas previamente. El principal objetivo de hacerlo de esta manera es crear información y perfiles universalmente comprensibles y utilizables, no solo en fechas posteriores si no en laboratorios fuera del laboratorio original. El método proporciona para este propósito una serie de nombres de atributos estándar (léxicos), cada uno con su conjunto de estándares que definen una escala de intensidad, generalmente de 0 a 15, que puede medirse en una escala lineal de 15 cm o simplemente registrarse como número directo. (Muñoz, A & Civille, G, 1992)

Las herramientas del método Spectrum incluyen pruebas de tiempo/intensidad, la prueba de diferencia de control, evaluación de impacto de sabor total y otras. La filosofía básica, como se mencionó, es capacitar al panel para definir completamente todos y cada uno de los atributos de un producto, evaluar la intensidad de cada uno e incluir otros aspectos característicos y/o relevantes, como cambios a lo largo del tiempo, diferencias en el orden de aparición de los atributos, e impacto total integrado de aroma y/o sabor. (Muñoz, A & Civille, G, 1992) En análisis estadístico debe mostrar que no hay diferencia significativa entre los panelistas para afirmar que el grupo está entrenado en un atributo específico.

## 5. Panel entrenado

Según la Norma ISO 8586:2012, para la formación de un panel de evaluación sensorial se deben considerar las siguientes etapas:

- Reclutamiento
- Selección
- Entrenamiento
- Validación del panel

(International Standard ISO 8586:2012)

### a. Reclutamiento

Para la formación de un panel sensorial, el reclutamiento es el punto de partida. En esta etapa se deben de reclutar candidatos para poder escoger a los más aptos para entrenamiento. (International Standard ISO 8586:2012)

Los candidatos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Interés y motivación
- Comodidad hacia los alimentos
- Conocimientos y aptitudes para interpretar y expresar sus percepciones sensoriales
- Buena salud
- Aptitud para comunicar y expresar lo percibido
- Disponibilidad de tiempo.

(International Standard ISO 8586:2012)

### b. Selección

La selección de las pruebas y las sustancias que se utilizarán se hace en función a las aplicaciones previstas y propiedades que el panel vaya a evaluar.

Las pruebas utilizadas en el proceso de selección tienen varios propósitos, familiarizar a los panelistas con los métodos y con los materiales utilizados en el análisis sensorial.

- a. Pruebas para detectar incapacidad;
- b. Pruebas para determinar agudeza sensorial;
- c. Pruebas para evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.

(International Standard ISO 8586:2012)

#### c. Entrenamiento

Durante la fase de entrenamiento se proporciona a los panelistas los principios elementales de las técnicas utilizadas en el análisis sensorial y desarrollar aptitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales. (International Standard ISO 8586:2012)

El principal objetivo es que los jueces sean capaces de detectar y reconocer sabores y aromas, así como también conocer los conceptos de clasificación con ayuda de escalas y, por último, el uso de descriptores que les permite desarrollar léxicos para describir las características sensoriales. (International Standard ISO 8586:2012)

#### d. Validación del panel

Periódicamente se debe evaluar la eficacia y comportamiento de los jueces, con el fin de comprobar si es posible obtener resultados apropiados y reproducibles. (International Standard ISO 8586:2012)

La validación del panel comprende la capacidad del panel para detectar, identificar y medir un atributo, discriminar entre estímulos, utilizar escalas correctamente, repetir sus propios resultados y reproducir los resultados de otros paneles o evaluadores. (International Standard ISO 8586:2012)

### 6. Perfiles sensoriales

Son empleados para la evaluación conjunta de las diferentes notas que componen un atributo complejo. Estos perfiles son comúnmente utilizados en el análisis de sabor, aroma y textura. Consisten en asignar puntuaciones a cada nota sobre una escala gráfica de modo que para cada una de las muestras se obtiene como resultado final un trazo con un perfil característico. (Reglero, 2011)

## V. ANTECEDENTES

En la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, (Colombia, 2011) se realizó un estudio para la determinación de un perfil de sabor del clon CCN51 del cacao (*Theobroma cacao L.*) producido en tres fincas del municipio de San Vicente de Chucurí. En este estudio se logró caracterizar sensorialmente el cacao producido en tres distintas fincas por medio de un panel entrenado conformado por 11 jueces expertos. Pese a las distintas condiciones agroecológicas reportadas para cada uno de los grupos de productores de cacao, no hay una diferencia significativa en las características de sabor de cacao CCN51; concluyendo así que las diferencias se deben al manejo pos-cosecha de los frutos. Más específicamente la operación de fermentación es la que influye directamente sobre las características de sabor detectadas por el panel.

Como complemento del estudio anterior, se realizó otro estudio 5 años después en el municipio de San Vicente Chucurí (Santander), Colombia, para entrenar jueces en la evaluación sensorial de licores de cacao. Titulado “Conformación de un panel de jueces en entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra”, el estudio logró entrenar ocho jueces con las habilidades y competencias necesarias para la evaluación de aromas y sabores de licor de cacao. La metodología utilizada para el entrenamiento se basó en las Normas Técnicas Colombianas, esta siguió los siguientes pasos: elección de líder de panel y jueces, establecimiento de condiciones, generación de perfil de sabor, análisis de datos y análisis de muestras. Se logró entrenar a los panelistas para ser jueces de evaluación de licores de cacao con un nivel de confianza del 0.05%, logrando confirmar el perfil de sensorial obtenido para el clon CCN51.

En el 2013, la Universidad de Los Andes, Mérida se publicó un estudio “*Olores y sabores de cacaos (Theobroma cacao L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado*”. Este trabajo tenía como objetivo entrenar un panel de catación y desarrollar una rueda de olores y sabores de licores de cacao venezolanos como sigue: una entrevista personal con los candidatos, una evaluación de los umbrales de detección de sabores básicos y de las sensaciones de astringencia y picor, y por último la determinación de umbrales de diferencia. Con la identificación de los descriptores se propuso una rueda de clasificación de olores y sabores para el cacao venezolano. Se pudo identificar que la fermentación juega un papel fundamental en el desarrollo del aroma y sabor del cacao, esto debido a que las únicas diferencias significativas que se encontraron entre la muestra fermentada y no fermentada fueron los sabores herbal y crudo-verde.

En el estudio realizado por Portillo *et al*, en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, se evaluó el efecto del tratamiento pos cosecha sobre las características sensoriales del cacao Criollo tipo porcelana, además de estudiar tres épocas de cosecha. Al igual que el estudio realizado por Ramos *et al*, se pudo concluir que el tiempo de fermentación es el factor determinante en la expresión de las características sensoriales del cacao Criollo. Los resultados obtenidos muestran cómo la fermentación favorece a la

intensidad aromática, la acidez, los sabores frutal y floral; y además ayuda a la reducción de la astringencia y el amargor de las muestras.

Dentro del campo de investigación de paneles entrenados, son pocos los artículos publicados para el licor de cacao. Es por eso que es útil observar distintas investigaciones realizadas para otros productos, para poder extraer las técnicas que mejor adecuen al análisis sensorial descriptivo del licor de cacao. En el artículo “Experiencia en el entrenamiento de un panel en la evaluación sensorial de miel de abejas”, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia, se entrenó a un panel con personal de planta especializado en la evaluación descriptiva de miel de abeja. En este entrenamiento, se realizó una evaluación visual, evaluación olfativa, evaluación gustativa y táctil, y por último la evaluación de defectos. En la evaluación olfativa, se estableció un glosario armonizado, para luego realizar pruebas de identificación y ordenamiento de intensidad de olores. Para la evaluación gustativa y táctil, se degustaron muestras de miel para poder identificar los sabores básicos elementales (dulce, ácido, amargo, salado), la persistencia aromática y el retrogusto. Por último, en la evaluación de defectos se entrenó para la identificación de los defectos más frecuentes en la miel de abeja: fermentación, ahumado, gusto metálico y humedad excesiva. Este entrenamiento de panel se realizó con el objetivo de estandarizar este tipo de metodologías en el país alrededor de la apicultura, brindado al sector productivo una alternativa fácil y práctica de realizar seguimiento y control de calidad de los productos.

## VI. METODOLOGÍA

Existen distintas metodologías para hacer un análisis descriptivo. Luego de la evaluación de cada una de ellas se determinó que la metodología a utilizar a lo largo de este trabajo, sería una combinación entre los métodos Spectrum y QDA. Para seguir esta metodología, en la determinación de un perfil sensorial del licor de cacao se requirió de un panel descriptivo conformado por consumidores usuales del producto al cuál se le realizó la evaluación—en este caso, el chocolate— seleccionados y entrenados para detectar atributos en el aroma y el sabor. Los resultados obtenidos son el modelo que se extrapola a la población global de consumidores.

### Fase I: Selección de panelistas

La selección de los panelistas se realizó de manera muy rigurosa ya que de ellos dependía el alcanzar los objetivos del proyecto. Para esta selección se utilizó una serie de pruebas filtro, Anexo 6, que permitieron escoger sólo a los más capacitados: pruebas de coincidencia para determinar la habilidad del candidato para discriminar diferencias entre varios estímulos presentados muy por encima del nivel del umbral y pruebas de detección/discriminación para determinar la habilidad de la persona para detectar diferencias entre muestras similares hechas con distintos ingredientes o procesos. Ejercicios de escalas fueron utilizados para determinar la habilidad de graduar en una escala la intensidad de un atributo dado. (Meilgaard, 1999) Además, se utilizaron cuestionarios de hábitos alimenticios, pruebas de sabor y pruebas de aromas para poder identificar el potencial de los candidatos para aprender acerca de sabores y aromas en matrices de alimentos.

Para poder calificar como miembro del panel entrenado, los candidatos debían:

- Indicar que no poseen percepción limitada debido a causas médicas o farmacéuticas
- Contar con la disponibilidad de horario para participar en todas las sesiones
- Responder como mínimo el 80% de las preguntas verbales de los cuestionarios de preselección, de manera clara y correcta
- Aprobar con un 80% los ejercicios de escala, así como también las pruebas de coincidencia; y
- Detectar y percibir las características presentes en las muestras en un sentido cualitativo y cuantitativo.

(Meilgaard, 1999)

### Fase II: Entrenamiento

Luego del proceso de selección de 12 personas aptas para el panel descriptivo se continuó con el entrenamiento de dicho panel. Se utilizó el método genérico que consiste en una adaptación de las metodologías QDA y Spectrum. Este proceso constó de tres partes: establecimiento del léxico y

familiarización con el manejo de la escala, verificación de la reproducibilidad de los jueces y evaluación de muestras. Al comprobar que los jueces eran reproducibles se procedió a la evaluación de muestras. Dentro de este entrenamiento se realizaron series de evaluaciones de prueba que permitieron observar el estado en el que se encontraba cada uno de los panelistas y evaluar si necesitaban permanecer más tiempo en una misma sesión.

El léxico fue la parte más importante del entrenamiento de los panelistas ya que de éste dependió el análisis realizado. Este se generó al inicio y estableció la terminología que se utilizó por los panelistas durante el análisis, Anexo 11, con el objetivo de unificar dentro de los panelistas los conceptos que se utilizaron y para lograr que la comunicación entre los miembros del panel fuera clara y precisa. Para esto se presentaron distintas muestras de licor de cacao a los panelistas y ellos tuvieron que generar los descriptores que mejor las definían. De manera unánime se escogieron los descriptores que se utilizaron durante las siguientes sesiones. Es importante mencionar que el papel del líder en esta fase fue únicamente el de mantener a los panelistas enfocados en el léxico. (Heymann & Lawless, 2013)

La alineación de términos y establecimiento de estándares fue la fase en la que se hizo una revisión de todos los descriptores generados para eliminar algunos y quedarse únicamente con los más apropiados. Además, se revisaron los términos y fueron comparados con el listado de términos indispensables para la caracterización. Al observar la falta de alguno, este listado se complementó para así poder seleccionar productos, prototipos o distintas referencias que sirvieron como ejemplos de los descriptores que forman parte del nuevo léxico creado, Cuadro 3 sección de Resultados. Se realizó una sesión por descriptor para que el panelista pudiera identificarlo, describirlo y clasificarlo de acuerdo con su intensidad en distintas muestras del producto. (Meilgaard, 1999)

La escala de evaluación utilizada en este estudio se adaptó del método de Spectrum. Esta escala consta de 15 puntos con anclas ubicadas en 0 (No existente), 2 (Apenas detectable), 5 (moderado), 10 (Fuerte) y 15 (Extremo). Las escalas y sus intensidades ya se encuentran establecidas, durante la capacitación de los panelistas, se proporcionaron muestras ejemplos para poder familiarizarlos con el uso de la escala. Esta escala universal, permitió a los panelistas puntuar las intensidades de la misma manera en todos los atributos y todas las muestras. Una de las principales ventajas de esta escala es el poder haber capacitado a los panelistas de tal manera que las muestras evaluadas se pudieran comparar. Además, la escala general del panel es menos propensa a variar con el tiempo. (Drake and Civille, 2003)

### Fase III: Pruebas de reproducibilidad

La fase de mayor importancia dentro del análisis fue la reproducibilidad de los jueces, pues en esta etapa se comprobó si los panelistas realmente comprenden los conceptos previos. Cada uno de los panelistas

fue sometido a evaluaciones replicadas para observar si concordaba su percepción con lo descrito. (Heymann & Lawless, 2013)

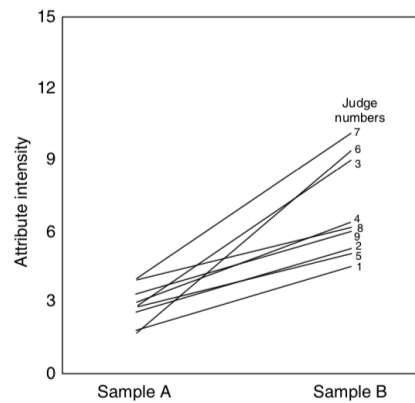
El análisis de datos para reproducibilidad se hizo con la siguiente hipótesis:

H0: No hay interacción entre producto y panelista.

H1: Si hay interacción entre producto y panelista.

Para este estudio se requirió comprobar la hipótesis nula (H0). En la Figura 1, se muestra un ejemplo de una interacción entre producto y panelista; resultado que no se deseaba a la hora de la evaluación.

Figura 1. Interacción producto y panelista



Adaptada de Meilgaard por Melgar, 2019.

Se realizó la adaptación del método de QDA para el análisis de la reproducibilidad de los panelistas. Este método respeta las diferencias de percepción entre panelistas, siempre y cuando estos no interactúen entre sí. Es posible obtener resultados en donde existan diferencias en una misma muestra, esto no quiere decir que los panelistas no se encuentren entrenados. Las diferencias de la muestra radican en las diferencias anatómicas de percepción entre panelistas. Por lo que, si se obtuvo una diferencia entre muestras, pero no se obtuvo una interacción entre panelista y producto, si fue posible concluir que los panelistas se encuentran entrenados.

#### Fase IV: Evaluación de productos

Cada uno de los panelistas evaluó muestras en cabinas individuales siguiendo un diseño de bloques completamente al azar. Las muestras se presentaron a los panelistas de manera aleatorizada. Para estimar de manera más precisa el error experimental, se utilizó este diseño ya que se consideró que los analistas son consistentes para la calificación de las muestras, pero pueden utilizar distintas partes de la escala para su evaluación.

El análisis descriptivo por medio de este método genérico tomó menos tiempo que los otros tipos de análisis y se adecuó a las necesidades del proyecto. (Heymann & Lawless, 2013)

#### Fase V: Análisis de datos

Para poder cuantificar cada descriptor del léxico de cada muestra de licor de cacao se realizó el análisis de datos por medio de un ANOVA de dos factores con interacción para cada característica. Este análisis permite determinar si las medias entre dos o más grupos son iguales o existe diferencia. Si se encontraba diferencia entre las medias, se procedió a realizar un análisis de Tukey's Honest Significant Difference (HSD). En el análisis de comparación de medias, HSD, fue posible realizar comparaciones directas entre dos medias de dos grupos individuales. Cualquier diferencia de medias mayor al factor HSD se consideró como resultado significativo. (Glen, 2017)

Para los perfiles sensoriales de cada uno de los licores de cacao, se analizó los datos estadísticamente para luego reportarlos de manera gráfica. Este método reporta estos perfiles en un gráfico de telaraña; con una rama o radio desde el punto central para cada atributo. Para algunos puede ocasionar confusión, ya que debido a la capacitación técnica que posean, esperan que el área bajo la curva tenga algún significado. En este caso, las dimensiones sensoriales mostradas en la telaraña pueden no estar relacionadas entre sí o estar relacionadas de tal manera que en este tipo de gráficos no es posible representar. (Meilgaard, 1999)

## VII. RESULTADOS

Sección 1 – Selección de panelistas a través de pruebas filtro.

Cuadro 1. Criterios de selección de panelistas.

Porcentaje respuestas correctas necesarias	Rubros
80%	Ejercicios de escala
80%	Prueba de aromas
100%	Prueba de sabor
100%	Disponibilidad de horario

El Cuadro 1, muestra los porcentajes de respuestas correctas mínimos necesarios para poder ser reclutados como panelistas a entrenar.

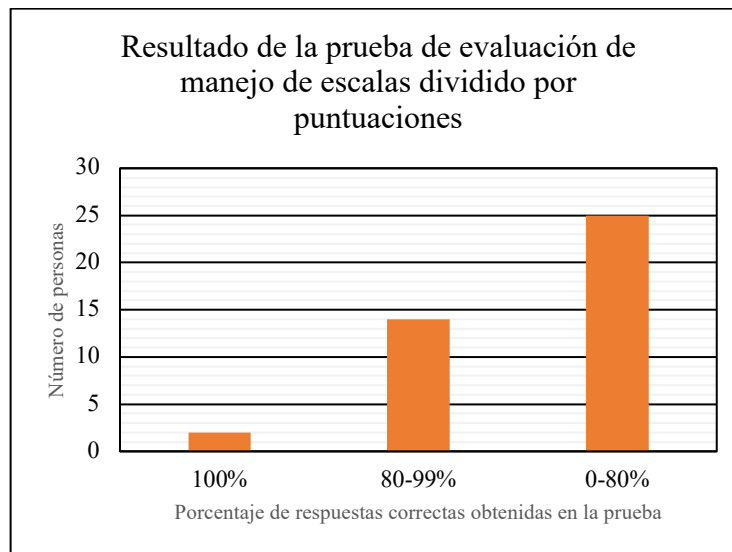


Gráfico 1. Resultados ejercicios de escala

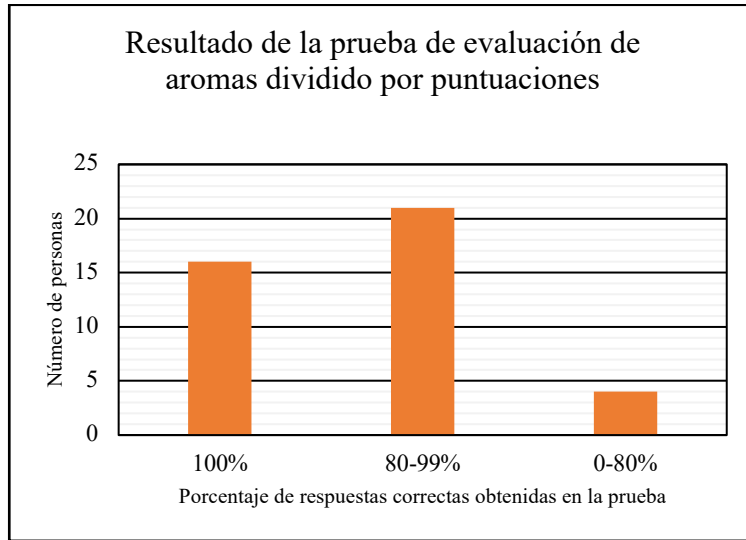


Gráfico 2. Resultados prueba de aromas

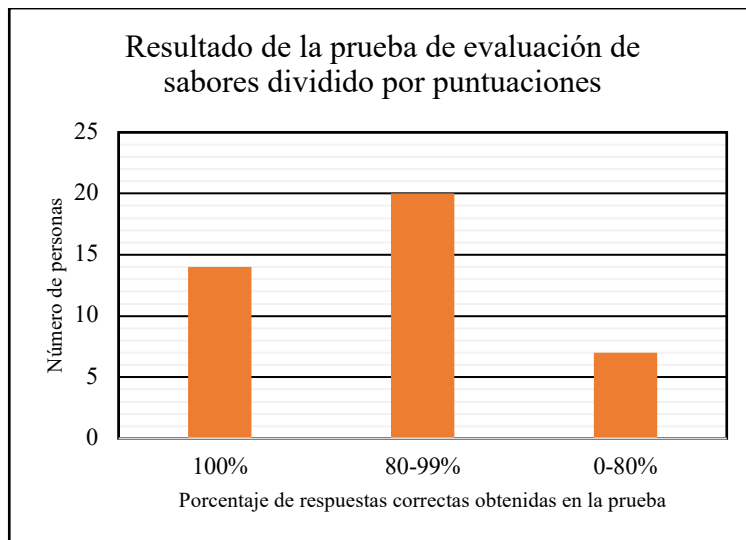


Gráfico 3. Resultados prueba de sabores

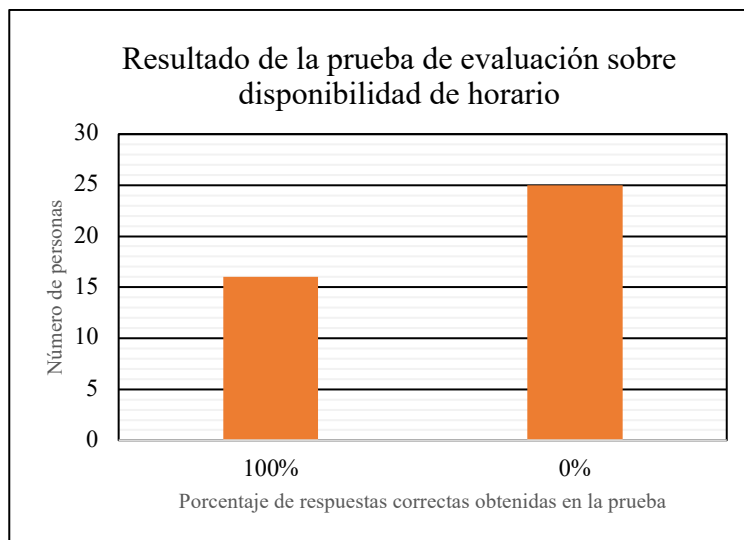



Gráfico 4. Resultados de disponibilidad de horario

Cuadro 2. Panelistas aprobados

	Número de personas
Panelistas aptos para entrenar	14
Panelistas aptos para entrenar con disponibilidad de tiempo	11
Panelistas no aptos para entrenar	27

Cuadro 3. Léxico y referencias desarrolladas por el panel



**Análisis sensorial de alimentos**  
**Léxico - Listado de atributos a evaluar**

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

Descriptor/Atributo	Descripción	Ejemplo del origen/Referencia
<b>Aromas</b>		
Cocoa	Aroma derivado de cacao bien fermentado y tostado, libre de defectos.	Barras de chocolate.
Banano	Aroma relacionado/derivado del fruto banano.	Fruta – Banano.
Cítrico	Aroma relacionado/derivado de naranja, toronja, limón, mandarinas, etc.	Naranja, limón, toronja, mandarinas.
Fruta oxidada	Aroma derivado de la sobre maduración de frutas, a un paso de la fermentación.	Frutos secos, pasas, dátiles, ciruelas.
Floral	Aroma relacionado/derivado de flores como el jazmín, lavanda flor de naranja, etc.	Perfume de flores.
Especias	Aroma relacionado/derivado de la canela, pimienta y especias similares.	Mezcla de nuez moscada, canela, clavos, cardamomo.
Nuez	Aroma relacionado/derivado de distintos tipos de nueces.	Mezcla de nueces, avellana, macadamia, pacanas, nuez de nogal, manías, semilla de marañón.
Verde	Aroma derivado/relacionado con la falta de fermentación.	Gramma cortada, hojas verdes, ejotes, romero, paja, heno.
Acético	Aroma derivado del ácido acético.	Vinagre.
<b>Defectos</b>		
Sobre fermentado	Aroma derivado/relacionado con una sobre fermentación o fermentación no uniforme, asociado a la descomposición de las frutas.	Frutas en descomposición.

**Análisis sensorial de alimentos**  
**Léxico - Listado de atributos a evaluar**



Carne/Cuero	Aroma derivado/relacionado con las carnes curadas, jamón, grasa animal, cuero.	Jamones curados y jamones. Tienda de cuero, monturas de caballo.
Humo	Aroma derivado/relacionado a la contaminación de materia vegetal quemada, así como también notas del diésel quemado.	Humo de carro.
Moho	Aroma derivado/relacionado con el crecimiento de moho.	Queso azul, queso camembert.
<b>Sabores</b>		
Ácido	Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de ácido cítrico y otros ácidos.	Ácido cítrico, ácido láctico, ácido acético.
Salado	Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de cloruro de sodio (sal).	Sal.
Dulce	Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de sacarosa y otros azúcares.	Azúcar.
Amargo	Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de cafeína o químico.	Cafeína.
<b>Sensación</b>		
Astringencia	El efecto de secado bucal que potencia la producción de saliva.	Piel de nuez cruda, cáscara de banano verde, taninos en algunos vinos o cervezas.

Cuadro 4. Descripción de sesiones

Sesión	Actividad
1	Pruebas filtro
2	Generación de descriptores
3	Generación de descriptores
4	Generación de descriptores
5	Descriptor: Verde/Tierra
6	Descriptor: Afrutado/Banano
7	Descriptor: Ácido
8	Descriptor: Carne/Cuero
9	Calibración de escala de sabores
10	Descriptor: Especias
11	Descriptor: Astringente/Nuez
12	Descriptor: Verde/Nuez – Caracterización de muestras
13	Descriptor: Brown Fruit/Sobrefermentado
14	Descriptor: Acético/Mohoso – Caracterización de muestras
15	Descriptor: Cocola/Humo/Floral
16	Reposición de Descriptores
17	Caracterización de muestras
18	Validación de panel
19	Evaluación de muestras
20	Evaluación de muestras

Análisis ANOVA

Modelo del análisis

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \{i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; N(0, \sigma^2), \text{Independiente de } y, x, \hat{y}\}$$

Planteamiento de Hipótesis

H0: La región no influye en el descriptor

H1: La región si influye en el descriptor.

H0: El panelista no influye en el descriptor.

H1: El panelista si influye en el descriptor.

H0: La interacción variable y panelista no influye en el descriptor.

H1: La interacción variable y panelista si influye en el descriptor.

Definición del alfa

$$\alpha = 0.05$$

Criterio de rechazo

$$\alpha \geq \text{Valor } p$$

Sección 2.1 – Pruebas de reproducibilidad.

Cuadro 5. Análisis estadístico ANOVA para datos obtenidos en prueba de reproducibilidad/validación de panel

Descriptor	Valor-p					
	Muestra	Conclusión Muestra	Panelista	Conclusión Panelista	Interacción Muestra-Panelista	Conclusión Interacción
Ácido	$\alpha > 2.7E-10$	Se rechaza H0	$\alpha > 3.1E-12$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.07800$	No se rechaza H0
Dulce	$\alpha < 0.6845$	No se rechaza H0	$\alpha < 0.1381$	No se rechaza H0	$\alpha < 0.08910$	No se rechaza H0
Amargo	$\alpha > 0.0165$	Se rechaza H0	$\alpha > 9.85E-7$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.07840$	No se rechaza H0
Cocoa	$\alpha > 7.11E-6$	Se rechaza H0	$\alpha > 2.35E-8$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.06240$	No se rechaza H0
Banano	$\alpha > 0.00172$	Se rechaza H0	$\alpha > 7.82E-7$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.09046$	No se rechaza H0
Cítrico	$\alpha > 2.61E-9$	Se rechaza H0	$\alpha > 3.93E-8$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.94270$	No se rechaza H0
Fruta Oxidada	$\alpha < 0.53500$	No se rechaza H0	$\alpha > 4.20E-7$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.22600$	No se rechaza H0
Floral	$\alpha < 0.48700$	No se rechaza H0	$\alpha > 3.52E-6$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.38400$	No se rechaza H0
Espicias	$\alpha > 0.02213$	Se rechaza H0	$\alpha > 6.60E-7$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.000533$	Se rechaza H0
Nuez	$\alpha < 0.0822$	No se rechaza H0	$\alpha > 5.30E-7$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.81860$	No se rechaza H0
Verde	$\alpha < 0.1270$	No se rechaza H0	$\alpha > 6.46E-9$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.06050$	No se rechaza H0
Acético	$\alpha < 0.06819$	No se rechaza H0	$\alpha > 0.00706$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.47448$	No se rechaza H0
Sobre Fermentado	$\alpha < 0.17900$	No se rechaza H0	$\alpha > 3.64E-5$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.71100$	No se rechaza H0
Carne/Cuero	$\alpha > 4.55E-9$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.000293$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.276013$	No se rechaza H0
Humo	$\alpha < 0.06039$	No se rechaza H0	$\alpha > 0.000652$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.313663$	No se rechaza H0
Moho	$\alpha > 0.00730$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.38540$	No se rechaza H0	$\alpha < 0.426400$	No se rechaza H0
Astringencia	$\alpha < 0.12200$	No se rechaza H0	$\alpha > 5.13E-5$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.75000$	No se rechaza H0

Planteamiento de hipótesis para prueba de rango de Tukey

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i$$

$$H0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$$

$$H1: \tau_i \neq 0$$

Cuadro 6. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor ácido, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	5.227273	a
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	4.500000	a
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	2.818182	b
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	2.500000	b
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	1.818182	b

Cuadro 7. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor amargo, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	6.772727	a
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	6.227273	ab
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	5.454545	ab
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	5.318182	ab
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	4.772727	b

Cuadro 8. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cocoa, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	4.772727	a
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	4.000000	ab
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	2.863636	bc
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	2.272727	c
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	1.818182	c

Cuadro 9. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor banano, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	1.63636364	a
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	0.81818182	ab
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	0.68181818	ab
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	0.63636364	b
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	0.09090909	b

Cuadro 10. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cítrico, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	4.0909091	a
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	2.1818182	b
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	1.0454545	bc
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	0.8636364	bc
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	0.3181818	b

Cuadro 11. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor nuez, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	2.590909	a
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	2.000000	ab
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	2.000000	ab
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	1.590909	ab
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	1.090909	b

Cuadro 12. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor carne/cuero, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	5.4090909	a
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	2.0909091	b
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	1.5000000	b
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	1.0454545	b
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	0.6363636	b

Cuadro 13. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor moho, en datos obtenidos en validación de panel

Muestra	Media	Grupos
Licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero	2.5909091	a
Licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo	2.3636364	ab
Licor de cacao alto en el descriptor nuez	1.6363636	ab
Licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo	0.7727273	b
Licor de cacao alto en los descriptores ácido	0.6818182	b

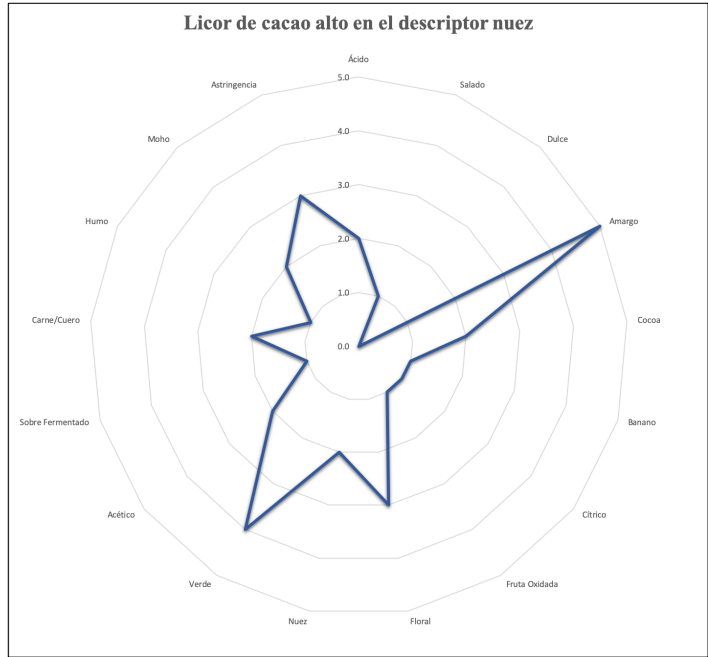


Gráfico 5. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor nuez

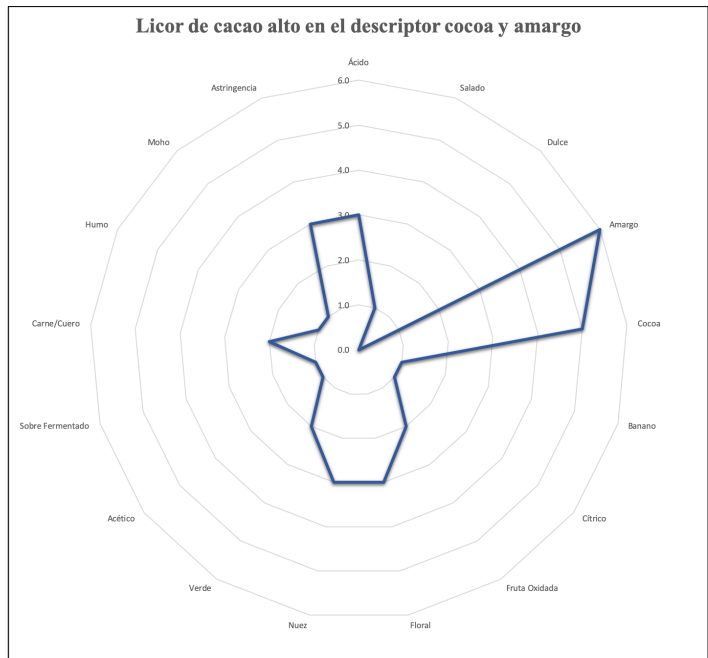


Gráfico 6. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo

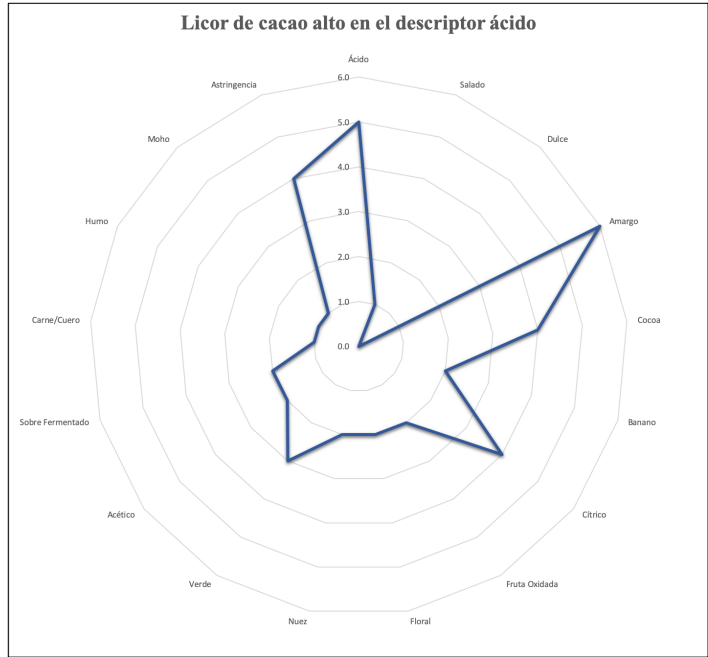


Gráfico 7. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor ácido

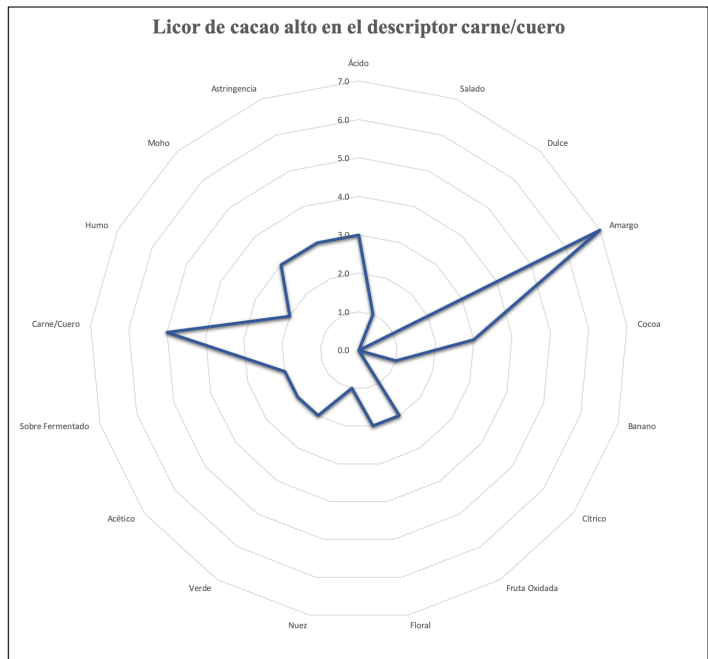


Gráfico 8. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero

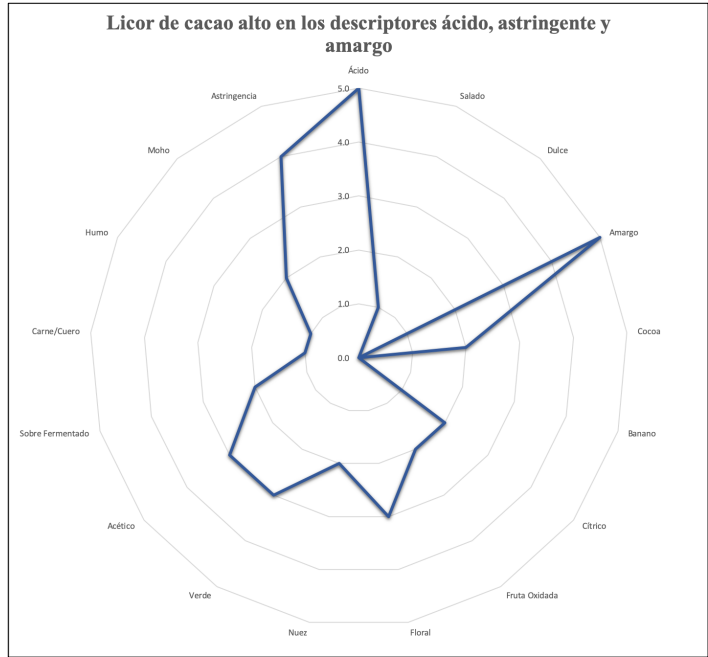


Gráfico 9. Gráfico de telaraña para el licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo

Sección 3 – Evaluación de muestras de centros de acopio de las regiones de Polochic, Lachuá y Cahabón.

Análisis ANOVA

Modelo del análisis

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \{i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; N(0, \sigma^2), \text{Independiente de } y, x, \hat{y}\}$$

Planteamiento de hipótesis

H0: La región no influye en el descriptor

H1: La región si influye en el descriptor.

H0: El panelista no influye en el descriptor.

H1: El panelista si influye en el descriptor.

H0: La interacción variable y panelista no influye en el descriptor.

H1: La interacción variable y panelista si influye en el descriptor.

Definición del alfa

$$\alpha = 0.05$$

Criterio de rechazo

$$\alpha \geq \text{Valor } p$$

Cuadro 14. Análisis estadístico ANOVA para datos obtenidos en la evaluación de muestras

Descriptor	Valor-p					
	Muestra	Conclusión	Panelista	Conclusión	Interacción Muestra-Panelista	Conclusión
Ácido	$\alpha > 4.56E-9$	Se rechaza H0	$\alpha > 2.24E-12$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.06100$	No se rechaza H0
Dulce	$\alpha > 0.000509$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.007559$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.15092$	No se rechaza H0
Amargo	$\alpha > 2.80E-5$	Se rechaza H0	$\alpha > 1.7E-8$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.48000$	No se rechaza H0
Cocoa	$\alpha > 7.30E-7$	Se rechaza H0	$\alpha > 3.58E-12$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.08230$	No se rechaza H0
Banano	$\alpha > 0.000332$	Se rechaza H0	$\alpha > 2.63E-6$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.06410$	No se rechaza H0
Cítrico	$\alpha > 0.006323$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.001514$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.09046$	No se rechaza H0
Fruta oxidada	$\alpha > 9.56E-5$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.000617$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.07160$	No se rechaza H0
Floral	$\alpha < 0.772220$	No se rechaza H0	$\alpha > 0.00138$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.07164$	No se rechaza H0
Espicias	$\alpha > 6.29E-6$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.000113$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.22630$	No se rechaza H0
Nuez	$\alpha > 0.00397$	Se rechaza H0	$\alpha > 4.04E-11$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.06067$	No se rechaza H0
Verde	$\alpha > 0.003963$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.000838$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.57500$	No se rechaza H0
Acético	$\alpha > 3.07E-8$	Se rechaza H0	$\alpha > 4.48E-9$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.16700$	No se rechaza H0
Sobre fermentado	$\alpha < 0.520000$	No se rechaza H0	$\alpha > 6.72E-9$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.35460$	No se rechaza H0
Carne/Cuero	$\alpha > 0.001314$	Se rechaza H0	$\alpha > 2.21E-07$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.30600$	No se rechaza H0
Humo	$\alpha > 3.06E-8$	Se rechaza H0	$\alpha > 1.13E-11$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.25700$	No se rechaza H0
Moho	$\alpha > 0.00784$	Se rechaza H0	$\alpha > 0.4.11E-8$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.82160$	No se rechaza H0
Astringencia	$\alpha > 0.000804$	Se rechaza H0	$\alpha > 4.44E-14$	Se rechaza H0	$\alpha < 0.81580$	No se rechaza H0

Planteamiento de hipótesis para prueba de rango de Tukey

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i$$

$$H0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$$

$$H1: \tau_i \neq 0$$

Cuadro 15. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor ácido, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Apodip, Polochic II	5.55	a
Apodip, Polochic I	3.80	b
Asodirp, Lachuá	3.65	b
Apodip, Cahabón	3.35	b
Asolsenor, Lachuá	3.20	b
Katbalpom, Lachuá	2.80	b
Ademayach, Cahabón	0.90	c

Cuadro 16. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor dulce, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Katbalpom, Lachuá	1.80	a
Apodip, Cahabón	0.80	b
Ademayach, Cahabón	0.50	b
Apodip, Polochic II	0.30	b
Apodip, Polochic I	0.10	b
Asodirp, Lachuá	0.05	b
Asolsenor, Lachuá	0.05	c

Cuadro 17. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor amargo, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Asodirp, Lachuá	6.10	a
Apodip, Polochic I	6.00	a
Apodip, Cahabón	5.85	a
Apodip, Polochic II	5.50	a
Asolsenor, Lachuá	5.40	a
Ademayach, Cahabón	3.90	ab
Katbalpom, Lachuá	2.30	b

Cuadro 18. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cocoa, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Asolsenor, Lachuá	4.30	a
Katbalpom, Lachuá	3.80	ab
Apodip, Polochic I	2.65	bc
Apodip, Polochic II	2.20	bc
Apodip, Cahabón	1.90	c
Asodirp, Lachuá	1.55	c
Ademayach, Cahabón	1.45	c

Cuadro 19. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor banano, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Katbalpom, Lachuá	2.35	a
Apodip, Polochic II	1.55	ab
Asodirp, Lachuá	0.85	bc
Asolsenor, Lachuá	0.75	bc
Apodip, Polochic I	0.75	bc
Apodip, Cahabón	0.60	bc
Ademayach, Cahabón	0.00	c

Cuadro 20. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor cítrico, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Katbalpom, Lachuá	3.15	a
Apodip, Polochic II	1.95	ab
Apodip, Cahabón	1.70	ab
Ademayach, Cahabón	1.35	ab
Asolsenor, Lachuá	1.20	b
Apodip, Polochic I	1.10	b
Asodirp, Lachuá	0.75	b

Cuadro 21. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor fruta oxidada, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Katbalpom, Lachuá	3.70	a
Apodip, Polochic II	2.60	ab
Asolsenor, Lachuá	1.65	b
Apodip, Polochic I	1.50	b
Ademayach, Cahabón	1.30	b
Asodirp, Lachuá	1.30	b
Apodip, Cahabón	0.90	b

Cuadro 22. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor especias, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Ademayach, Cahabón	3.80	a
Katbalpom, Lachuá	2.40	ab
Apodip, Polochic I	1.75	b
Asolsenor, Lachuá	1.10	b
Asodirp, Lachuá	1.00	b
Apodip, Cahabón	0.90	b
Apodip, Polochic II	0.85	b

Cuadro 23. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor nuez, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Ademayach, Cahabón	5.40	a
Katbalpom, Lachuá	3.70	ab
Apodip, Polochic I	3.65	ab
Asolsenor, Lachuá	3.20	b
Asodirp, Lachuá	3.05	b
Apodip, Cahabón	2.75	b
Apodip, Polochic II	2.60	b

Cuadro 24. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor verde, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Ademayach, Cahabón	3.45	a
Apodip, Polochic I	2.50	ab
Asodirp, Lachuá	1.85	ab
Apodip, Polochic II	1.75	ab
Apodip, Cahabón	1.70	b
Katbalpom, Lachuá	1.35	b
Asolsenor, Lachuá	1.25	b

Cuadro 25. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor acético, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Apodip, Polochic II	4.00	a
Asolsenor, Lachuá	1.80	b
Apodip, Cahabón	1.35	bc
Asodirp, Lachuá	1.20	bc
Katbalpom, Lachuá	0.90	bc
Apodip, Polochic I	0.90	bc
Ademayach, Cahabón	0.15	c

Cuadro 26. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor carne/cuero, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Ademayach, Cahabón	2.70	a
Apodip, Polochic I	1.85	ab
Asodirp, Lachuá	1.65	ab
Apodip, Polochic II	1.30	ab
Apodip, Cahabón	1.25	ab
Asolsenor, Lachuá	0.90	b
Katbalpom, Lachuá	0.25	b

Cuadro 27. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor humo, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Asodirp, Lachuá	4.10	a
Ademayach, Cahabón	3.30	ab
Apodip, Polochic I	3.25	ab
Asolsenor, Lachuá	1.90	bc
Apodip, Cahabón	1.75	bc
Katbalpom, Lachuá	1.35	c
Apodip, Polochic II	0.85	c

Cuadro 28. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor moho, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Apodip, Cahabón	2.15	a
Apodip, Polochic II	1.15	ab
Asolsenor, Lachuá	1.15	ab
Ademayach, Cahabón	0.90	b
Katbalpom, Lachuá	0.85	b
Asodirp, Lachuá	0.80	b
Apodip, Polochic I	0.60	b

Cuadro 29. Prueba de rango de Tukey's HSD entre muestras para el descriptor astringencia, en datos obtenidos en evaluación de muestras

Muestra	Media	Grupos
Asodirp, Lachuá	3.20	a
Apodip, Cahabón	2.90	ab
Apodip, Polochic I	2.85	ab
Apodip, Polochic II	2.70	abc
Asolsenor, Lachuá	1.95	abc
Katbalpom, Lachuá	1.75	bc
Ademayach, Cahabón	1.45	c

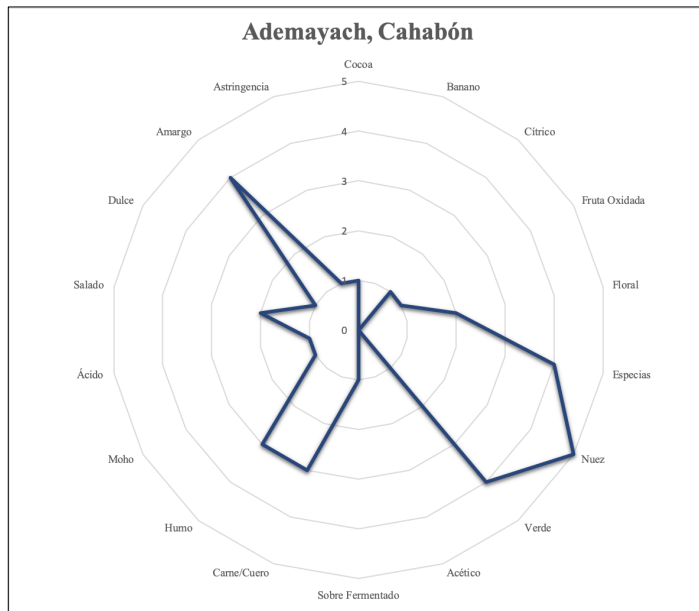


Gráfico 10. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Ademayach, Cahabón

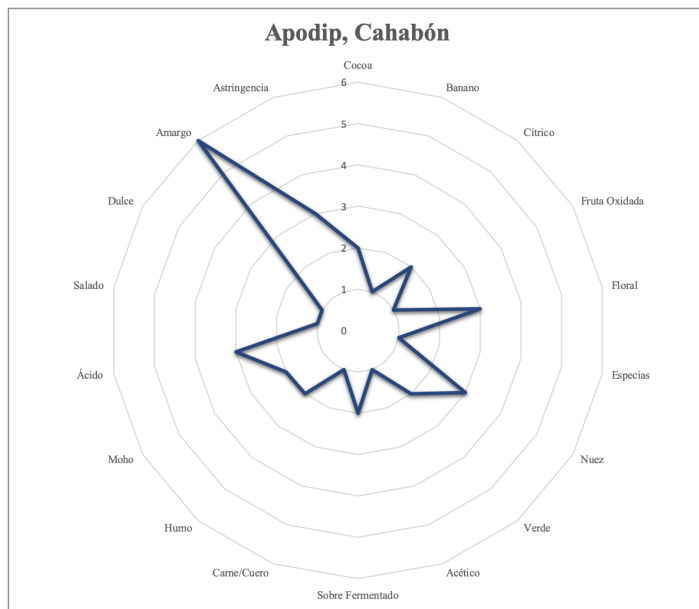


Gráfico 11. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Cahabón

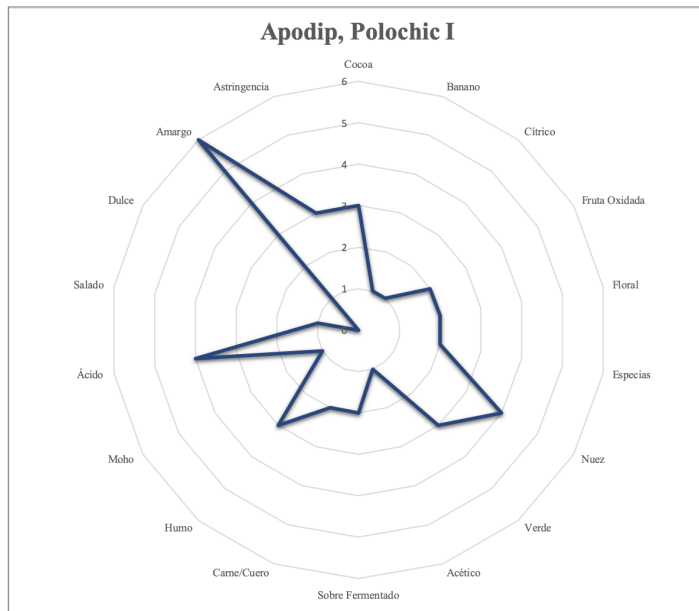


Gráfico 12. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic I

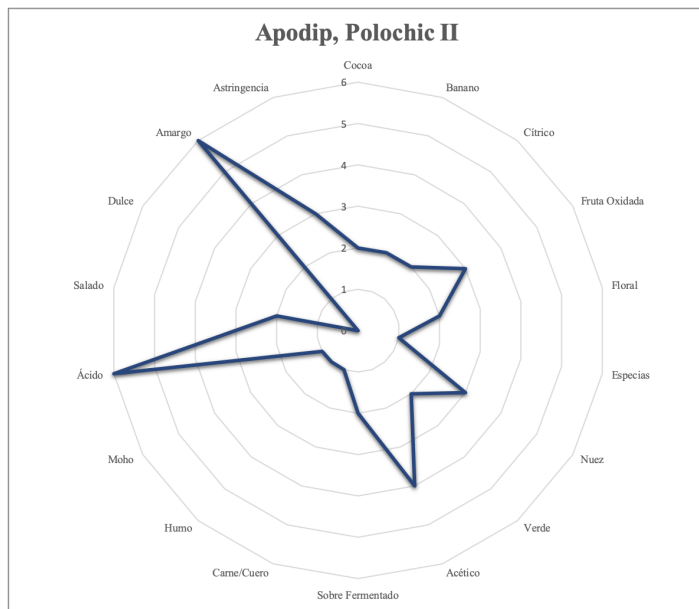


Gráfico 13. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic II

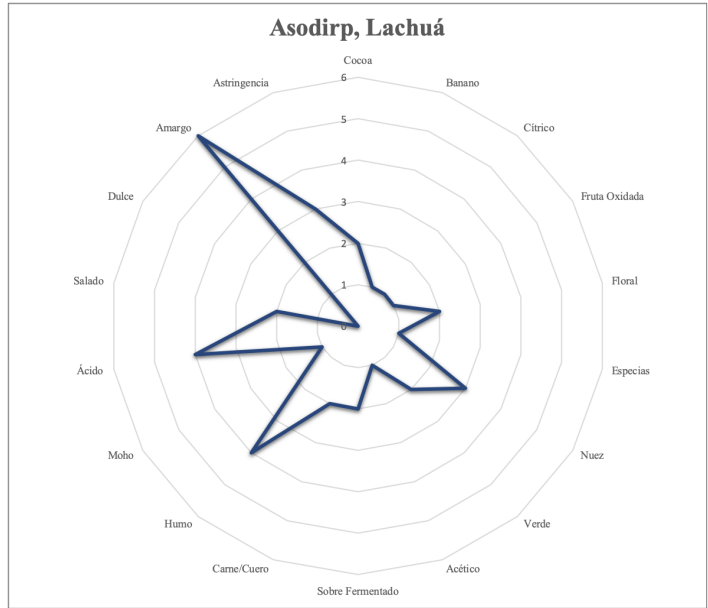


Gráfico 14. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Asodirp, Lachuá

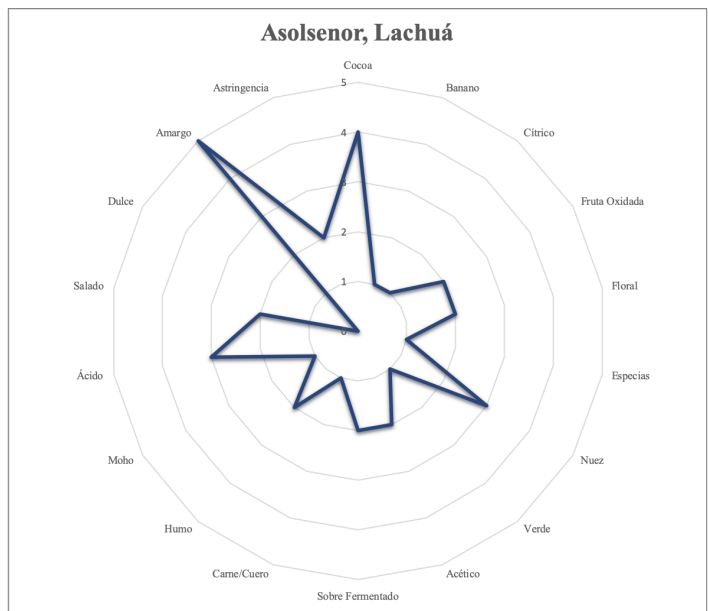


Gráfico 15. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Asolsenor, Lachuá

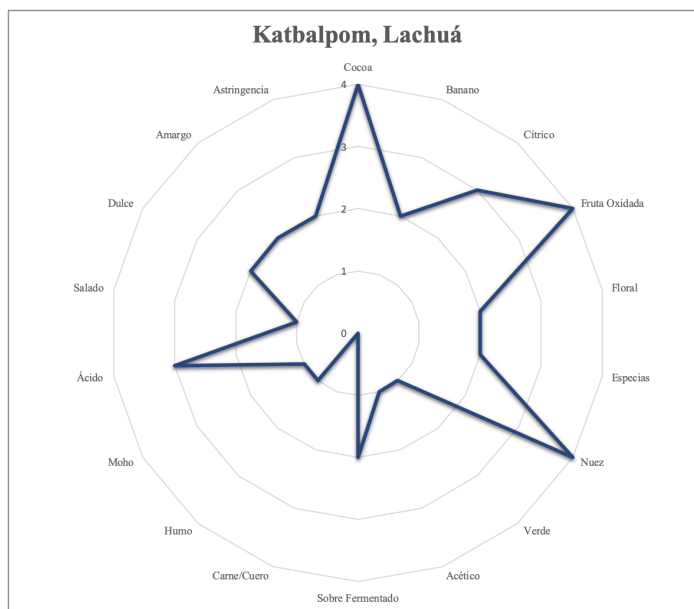


Gráfico 16. Gráfico de telaraña para el licor de cacao proveniente de Katbalpom, Lachuá

Cuadro 30. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Cahabón

Cahabón	Medias		Diferencia estadísticamente significativa
	Ademayach	Apodip	
Ácido	0.90c	3.35b	Sí
Dulce	0.50b	0.80b	No
Amargo	3.90ab	5.85a	No
Cocoa	1.45c	1.90c	No
Banano	0.00c	0,60bc	No
Cítrico	1.35ab	1.70ab	No
Fruta oxidada	1.30a	0.90a	No
Especias	3.80a	0.90b	Sí
Nuez	5.40a	2.75b	Sí
Verde	3.45a	1.70b	Sí
Acético	0.15c	1.35bc	No
Carne/Cuero	2.70a	1.25ab	No
Humo	3.30ab	1.75bc	No
Moho	0.90b	2.15a	Sí
Astringencia	1.45c	2.90ab	Sí

Cuadro 31. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Lachuá

Lachuá	Medias			Diferencia estadísticamente significativa
	Asodirp	Asoselnor	Katbalpom	
Ácido	3.65b	3.20b	2.80b	No
Dulce	0.05b	0.05c	1.80a	Sí
Amargo	6.10a	5.40a	2.30b	Sí
Cocoa	1.55c	4.30a	3.80ab	Sí
Banano	0.85bc	0.75bc	2.35a	Sí
Cítrico	0.75b	1.20b	3.15a	Sí
Fruta oxidada	1.30b	1.65b	3.70a	Sí
Especias	1.00b	1.10b	2.40ab	No
Nuez	3.05a	3.20a	3.70ab	No
Verde	1.85ab	1.25b	1.35b	No
Acético	1.20bc	1.80b	0.90bc	No
Carne/Cuero	1.65ab	0.90b	0.25b	No
Humo	4.10a	1.90bc	1.35c	Sí
Moho	0.80b	1.15ab	0.85b	No
Astringencia	3.20a	1.95abc	1.75bc	Sí

Cuadro 32. Resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Polochic

Polochic	Medias		Diferencia estadísticamente significativa
	Apodip I	Apodip II	
Ácido	3.80b	5.55a	Sí
Dulce	0.10b	0.30b	No
Amargo	6.00a	5.50a	No
Cocoa	2.65bc	2.20bc	No
Banano	0.75bc	1.55ab	No
Cítrico	1.10b	1.95ab	No
Fruta oxidada	1.50a	2.60ab	No
Especias	1.75b	0.85b	No
Nuez	3.65ab	2.60b	No
Verde	2.50ab	1.75ab	No
Acético	0.90bc	4.00a	Sí
Carne/Cuero	1.85ab	1.30ab	No
Humo	3.25ab	0.85c	Sí
Moho	0.60b	1.15ab	No
Astringencia	2.85ab	2.70abc	No

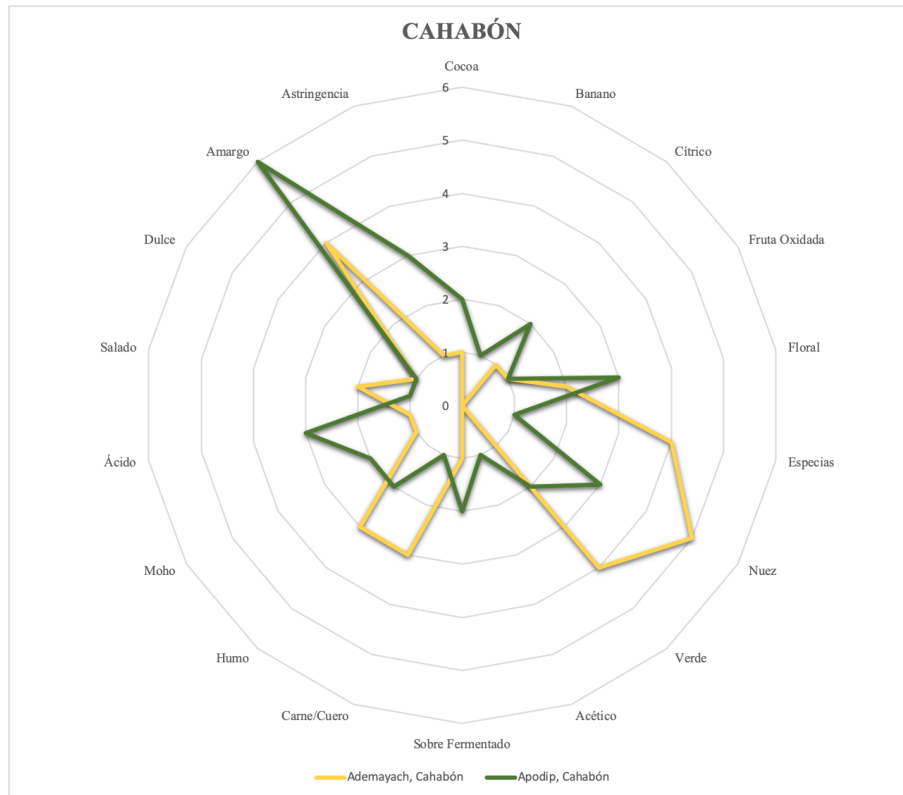


Gráfico 17. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Cahabón

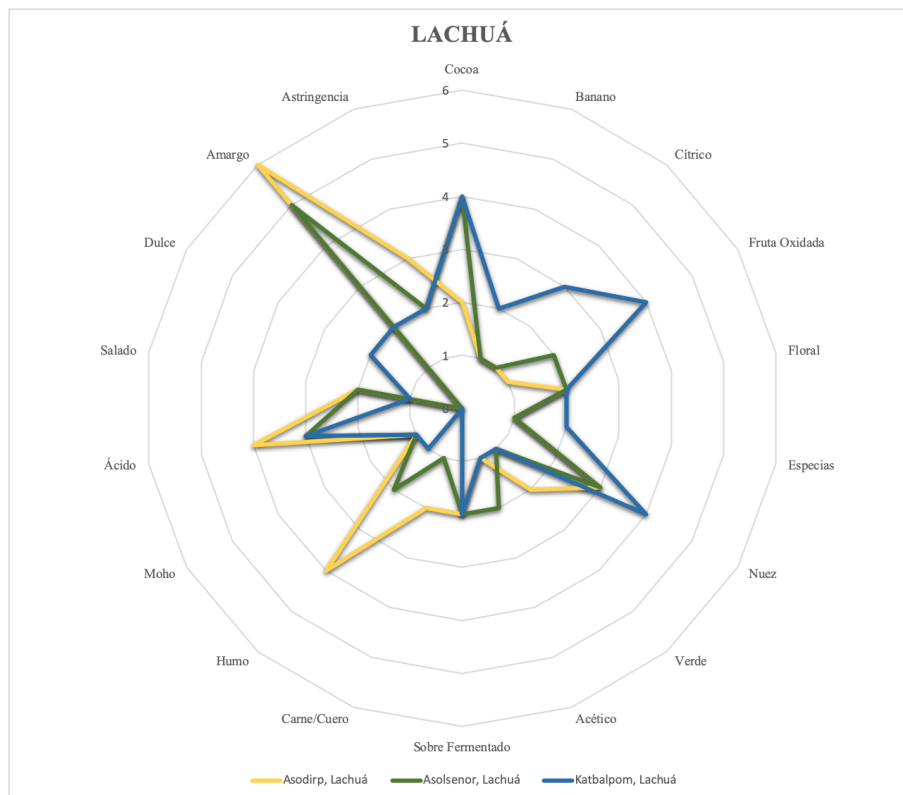


Gráfico 18. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Lachuá

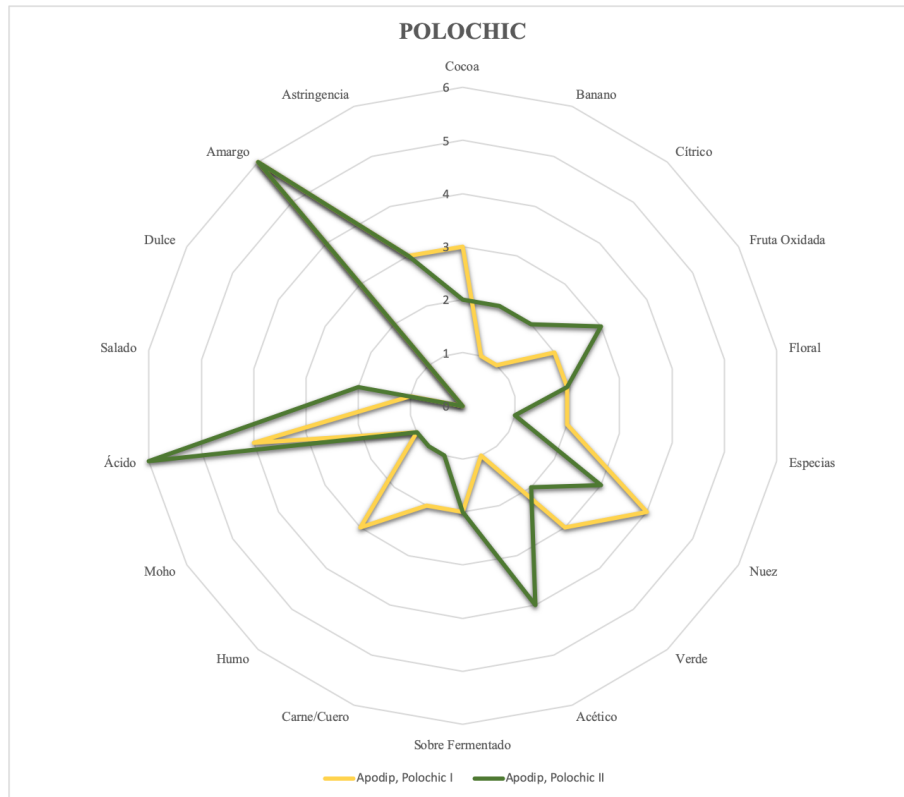


Gráfico 19. Gráfico de araña de los centros de acopio de las asociaciones de la región de Polochic

Figura 2. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Ademayach, Cahabón

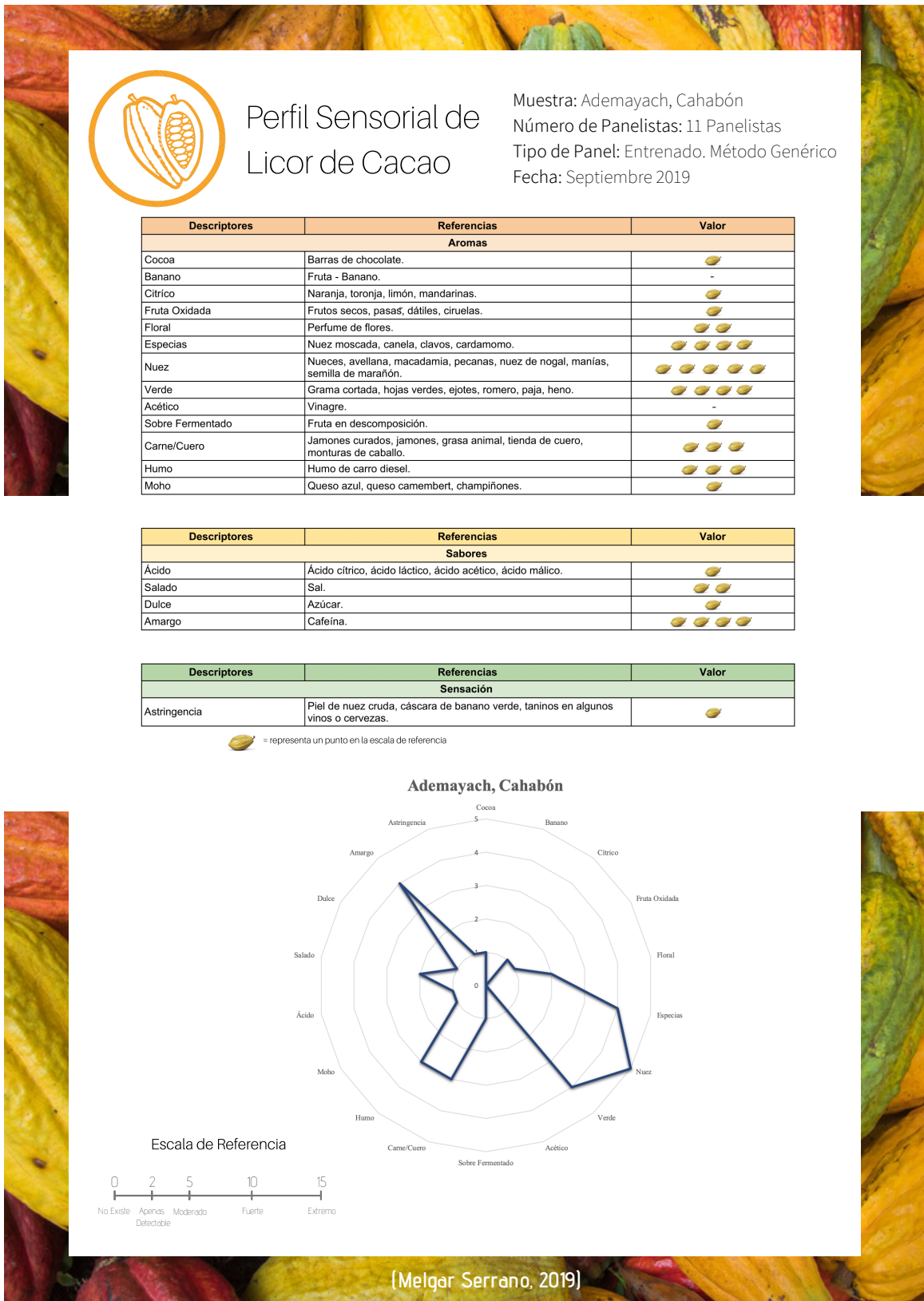


Figura 3. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Cahabón

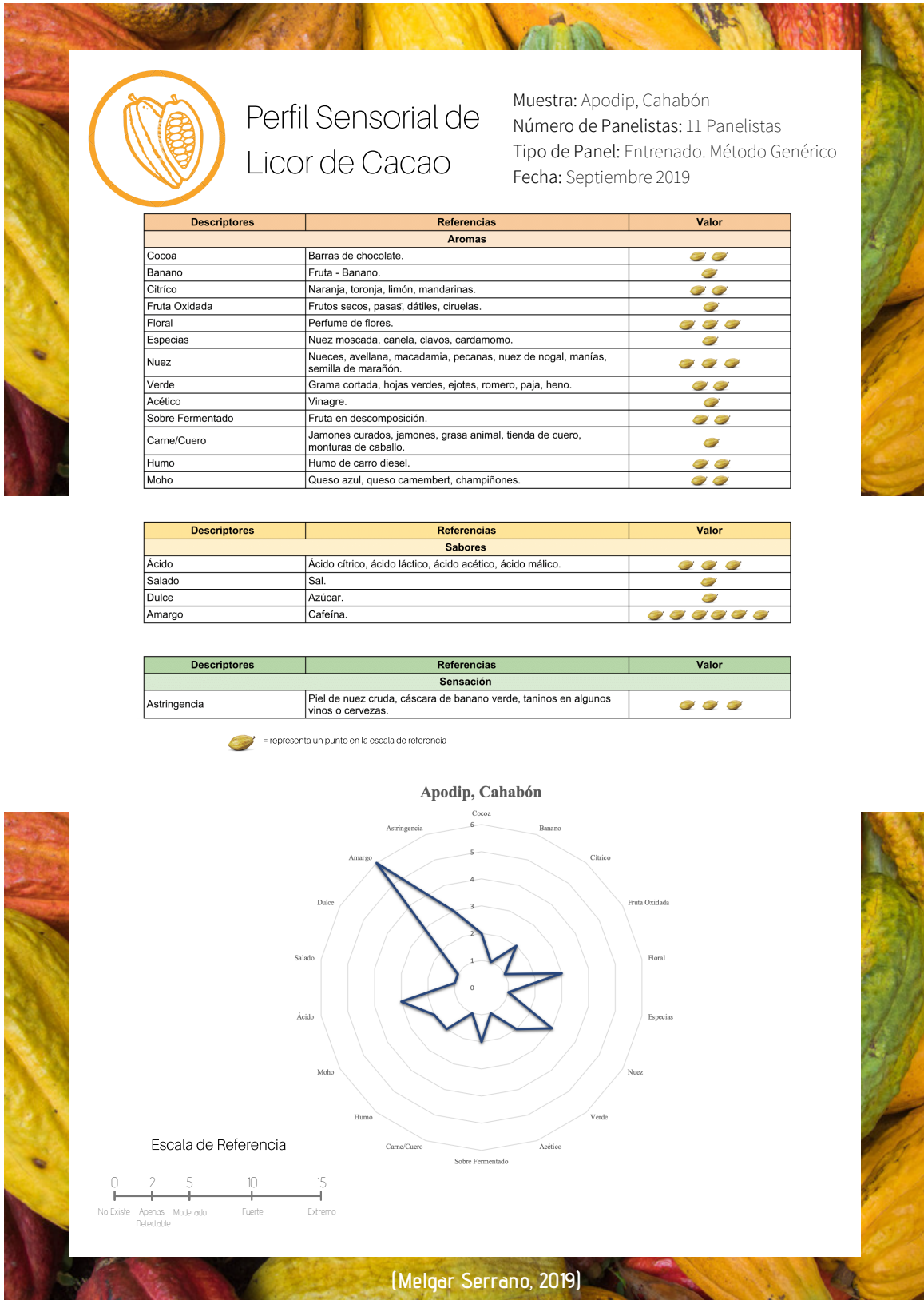


Figura 4. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic I

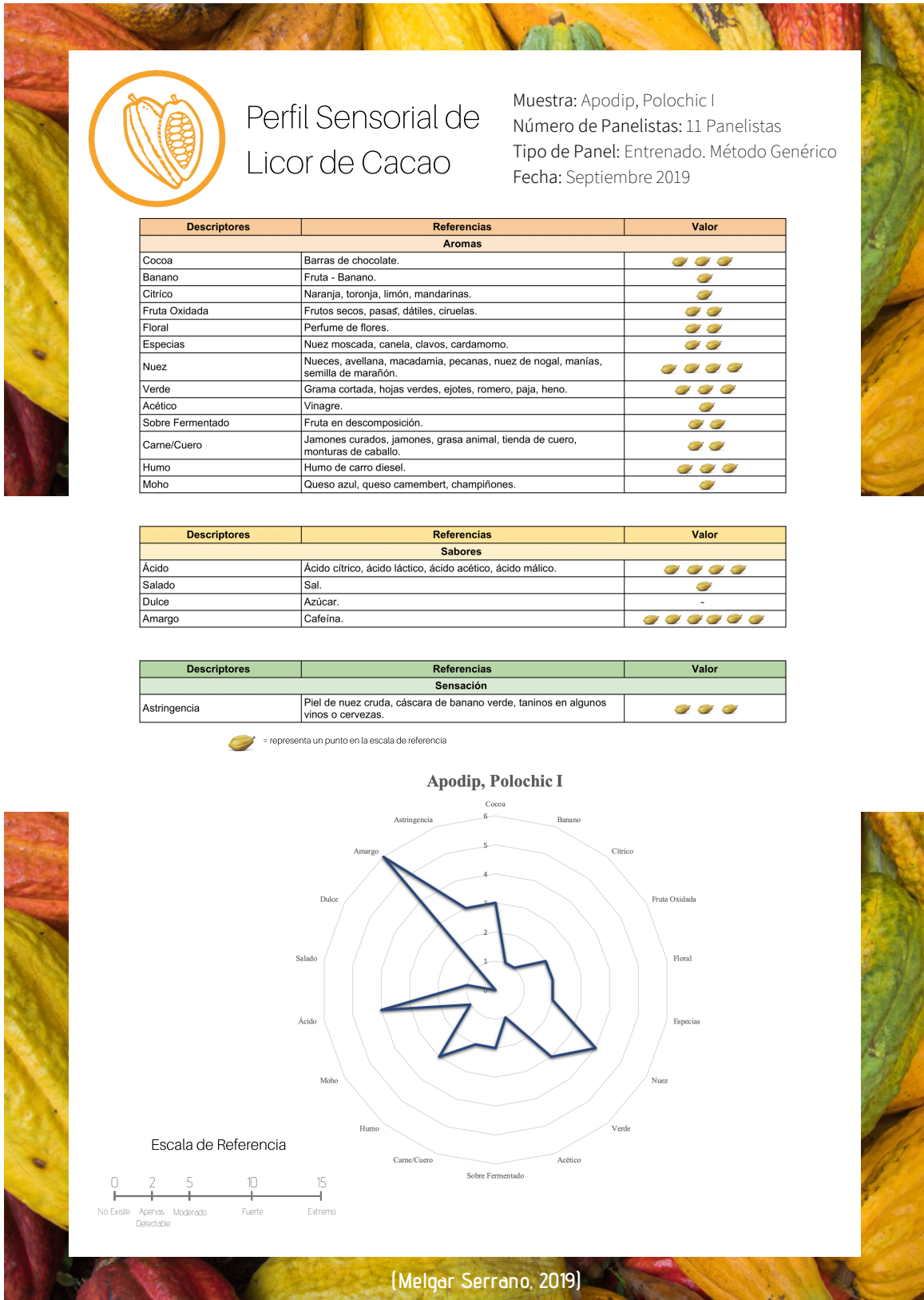


Figura 5. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Apodip, Polochic II

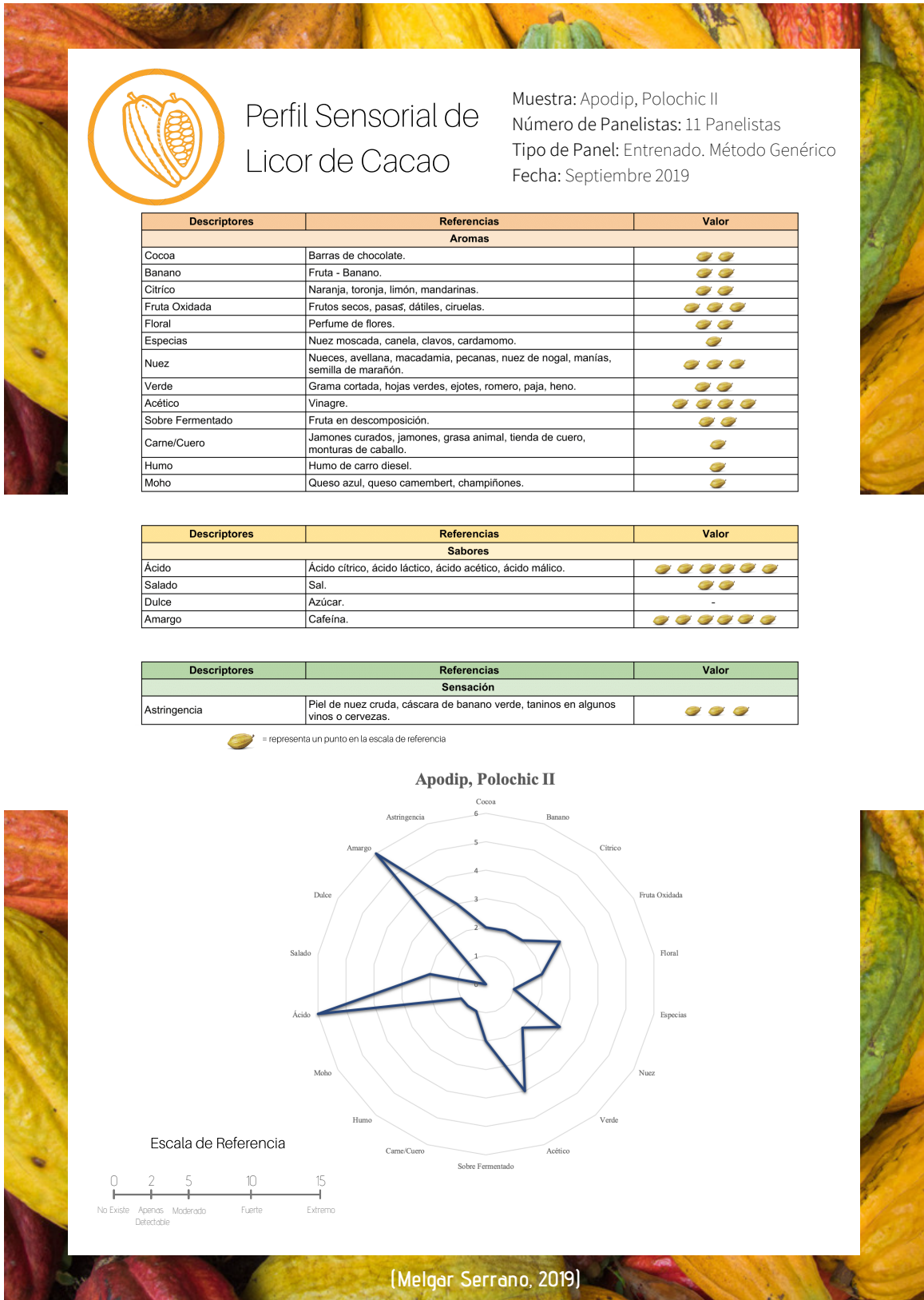


Figura 6. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Asodirp, Lachuá

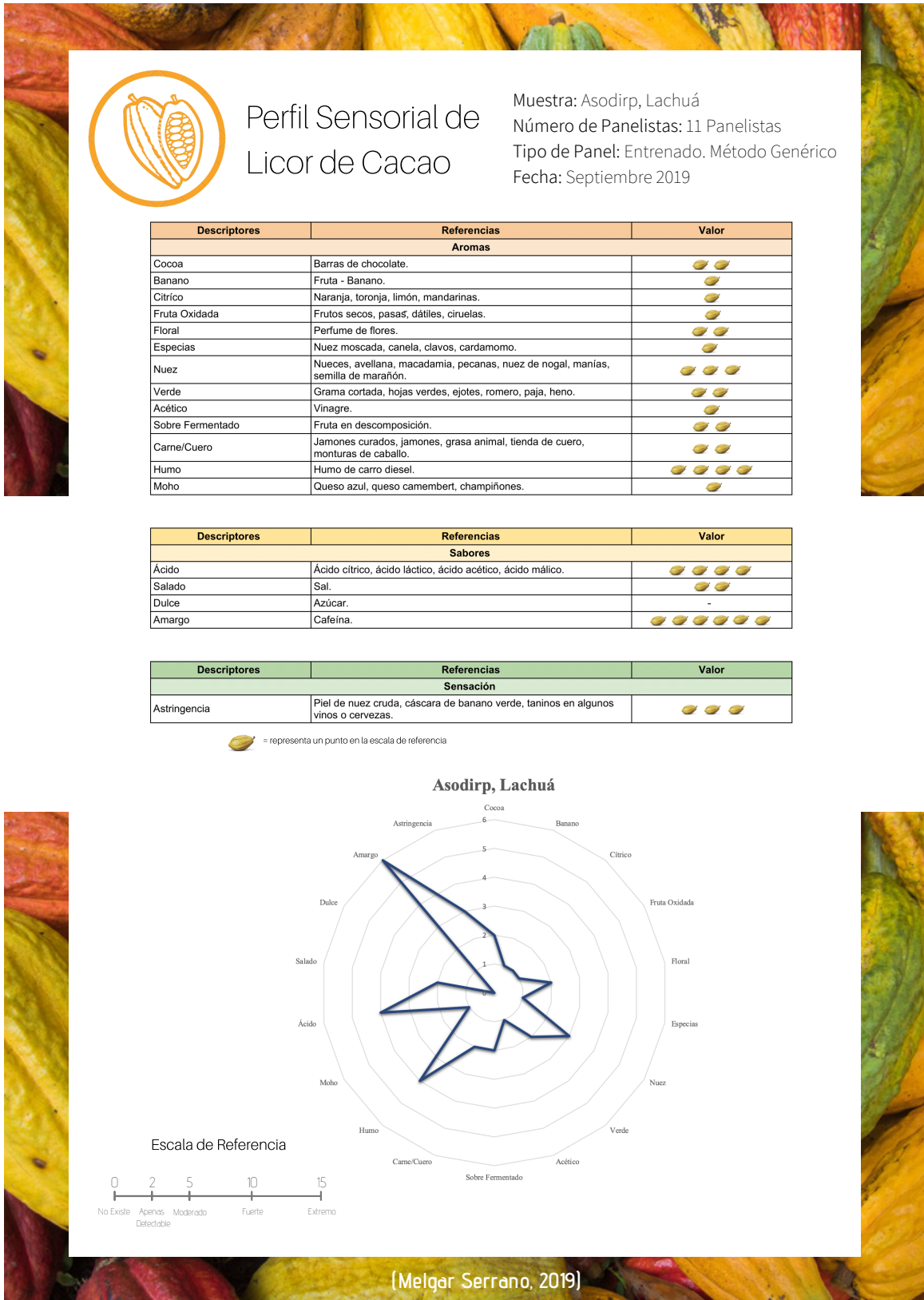


Figura 7. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Asolsenor, Lachuá

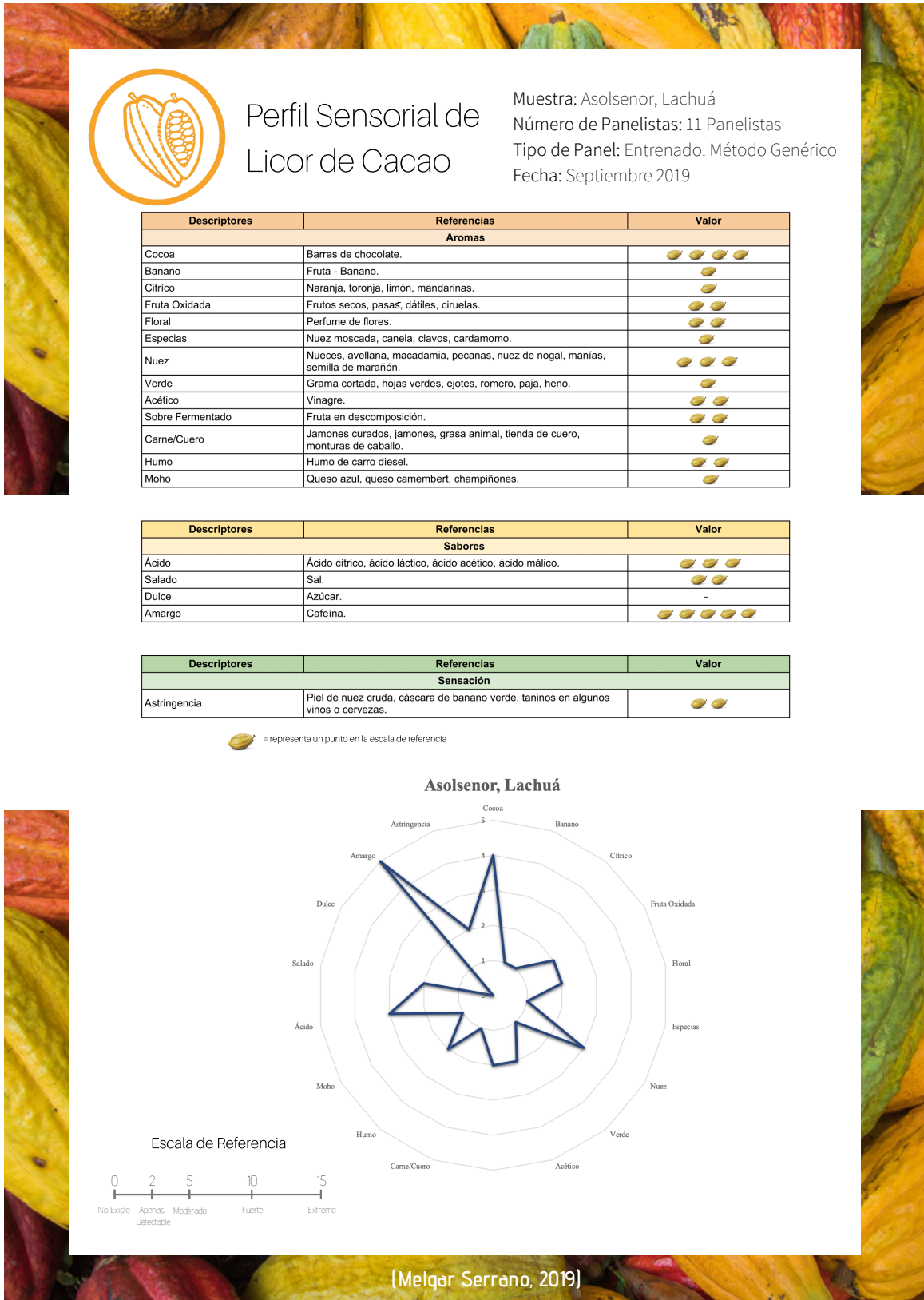
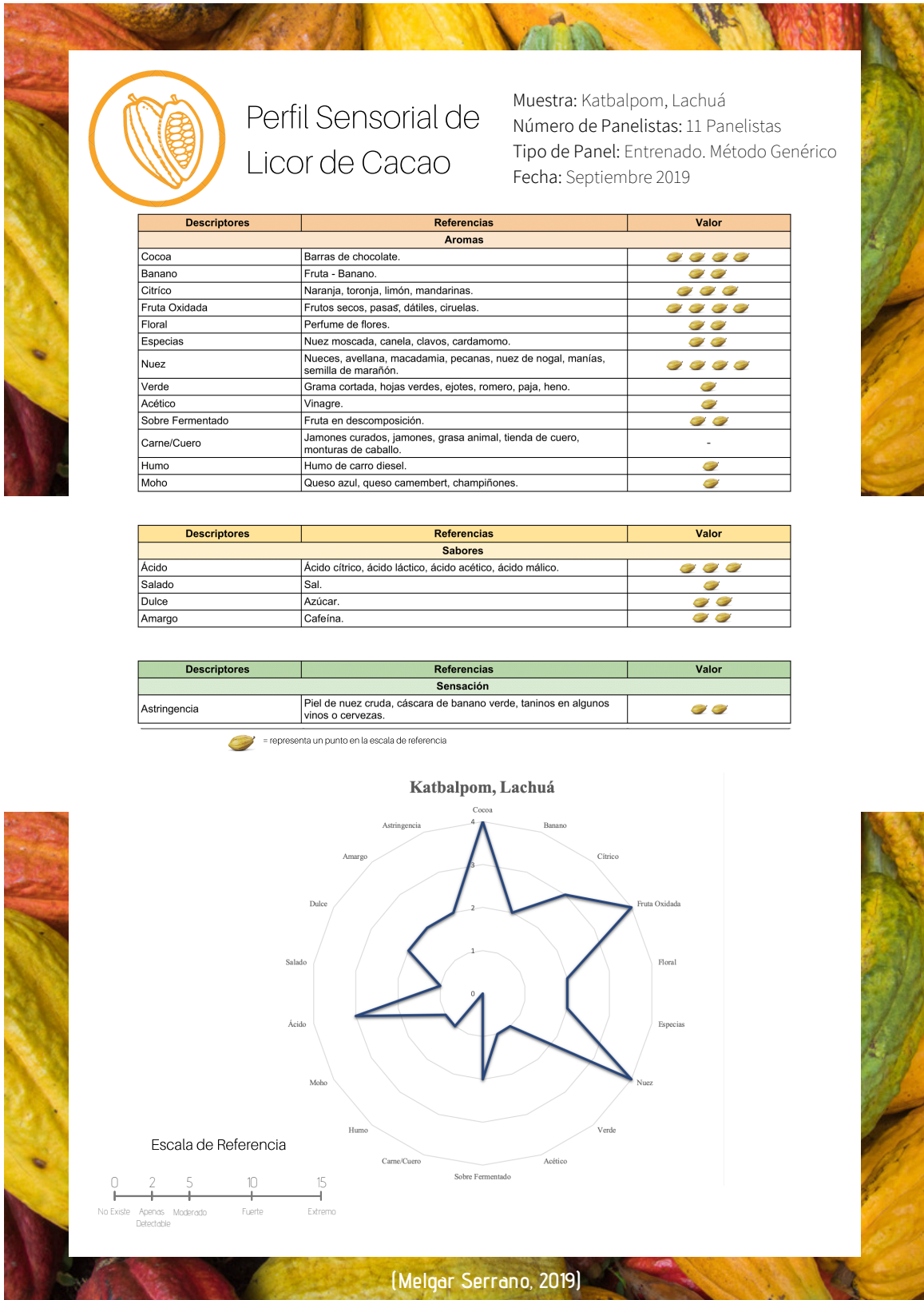


Figura 8. Perfil sensorial para el licor de cacao proveniente de Katbalpom, Lachuá



## VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Selección de panelistas a través de pruebas filtro

Se ejecutaron 41 pruebas filtro para la selección de panelistas. Los principales criterios de selección fueron cuatro, como se puede observar en el Cuadro 1. La cantidad de personas que cumplieron con el porcentaje de respuestas correctas para cada uno de los criterios de selección fue de, once personas. El Cuadro 2 muestra que catorce personas eran aptas para ser entrenadas, pero tres de ellas no contaban con la disponibilidad de tiempo necesaria para el entrenamiento. Es por esto, que finalmente se entrenó un panel compuesto por once personas.

### B. Entrenamiento de jueces por medio de un método genérico

El primer paso para el entrenamiento del panel es la generación de un léxico que será guía con la cuál el panel será entrenado. Este léxico, Cuadro 3, fue generado por los once panelistas con la degustación de diferentes muestras de licor de cacao proveniente de distintos países, así como también muestras de los centros de acopio a evaluar. La utilización de estas últimas permite crear un léxico que se adapte de manera más tipificada a las características del licor de cacao en Guatemala.

Luego de las tres sesiones utilizadas para la generación de descriptores, se realizaron trece sesiones para el entrenamiento del panel, Cuadro 4. Estas sesiones fueron dedicadas a la prueba de referencias para cada descriptor de aroma y una muestra de licor de cacao alta en el descriptor de la sesión. Además, dentro de estas sesiones se realizó la calibración del panel para los 4 sabores principales: ácido, dulce, salado y amargo. Esta calibración se realizó según la escala de 15 puntos utilizada durante toda la investigación.

Para la validación del panel, se hizo una evaluación de muestras de licor de cacao previamente caracterizadas: licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo; licor de cacao alto en el descriptor nuez; licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo; licor de cacao alto en los descriptores ácido y, por último, un licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero. Para esta evaluación se deseaba encontrar, idealmente, en la prueba de ANOVA que la región sí tuviera influencia sobre la puntuación del descriptor, que el panelista no tuviera influencia en la puntuación del descriptor y por último que no existiera interacción entre la muestra y el panelista.

En el Cuadro 5, se tiene un resumen de los datos obtenidos en el ANOVA para los datos derivados de la prueba de reproducibilidad/validación de panel. Se puede observar que el único descriptor con los resultados esperados es el descriptor moho. De este descriptor se puede concluir lo siguiente: factor muestra: se rechaza

H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región parece tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: no se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista no parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor.

En este modelo ideal se puede observar que los panelistas que conforman el panel entrenado son capaces de detectar características regionales del licor de cacao, así como también son capaces de percibir el descriptor que esta siendo evaluado. Así mismo, su desempeño como panel es bueno ya que no existe interacción significativa entre muestra-panelista.

Dulce, descriptor de sabor, obtuvo las siguientes conclusiones: factor muestra: no se rechaza H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región si parece tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: no se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista no parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor. Como se puede observar para este descriptor se tiene un escenario muy parecido al ideal, lo que sucede con el factor muestra es que probablemente la dulzura no tiene relación con el lugar donde fue cosechado. El panelista no es capaz de detectarlo, y probablemente, aunque el panelista llegará a ser muy sensible con el descriptor no será capaz de detectarlo tampoco.

Para los descriptores ácido, amargo, cocoa, banano, cítrico y carne/cuero, las conclusiones que se pueden obtener son las siguientes: factor muestra: se rechaza H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región parece tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista si parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar H0, con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor.

A diferencia del descriptor moho, vemos que en estos descriptores si existe una influencia del panelista sobre la variable de respuesta. Al existir una influencia del panelista, nos indica que la evaluación de los panelistas en cuanto a la puntuación de estos descriptores no fue unánime. Al utilizar el método genérico, esto es aceptado, siempre y cuando no exista interacción entre muestra-panelista. Como se mencionó anteriormente y como se puede observar en el cuadro 5, estos descriptores no poseen esta interacción; por lo que los resultados son igualmente aceptados.

Por el otro lado, los descriptores fruta oxidada, floral, nuez, verde, acético, sobre fermentado, humo y astringencia, las conclusiones que se pueden obtener, del Cuadro 5, son las siguientes: no se rechaza  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región parece no tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista si parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor.

Para estos descriptores la región no influye en la puntuación del descriptor y el panelista parece si tener una influencia sobre la puntuación. En este caso el factor muestra, puede indicarnos que el descriptor no tiene relación con el área donde fue cosechado el cacao, así mismo al tener la influencia del panelista nos da un indicio de los descriptores débiles del panel. Al entrenar el panel un poco más en estos descriptores es muy probable que la situación cambie. Aún así, si poseen respaldo estadístico, ya que no hay evidencia significativa de interacción entre los factores muestra-panelista.

Por último, tenemos el descriptor especias. En el Cuadro 5, podemos notar que es el único descriptor en el que se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que existe al menos una interacción entre los factores que parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor. Toda conclusión obtenida con base a este descriptor no posee respaldo estadístico, por lo que debe entrenarse más al panel en especias, para poder tomarlo en consideración.

Además de un análisis estadístico ANOVA, los descriptores con efecto en el factor muestra fueron sometidos a una prueba de rango Tukey's HSD. Al observar el planteamiento de hipótesis para la prueba de rangos Tukey's HSD, vemos que la hipótesis alternativa nos dice que al menos una muestra difiere. Al tener dos o más muestras que difieren, se desea saber e identificar cuales son estas muestras; ya que, al diferir las muestras, la variable observada va a diferir. En otras palabras, tendrá influencia sobre la puntuación del descriptor.

Como se mencionó anteriormente, para la validación del panel se utilizaron muestras previamente caracterizadas. Parte de la evaluación de la reproducibilidad del panel fue la observación de la coincidencia entre los resultados obtenidos por el panel entrenado y la previa caracterización.

En el Gráfico 6, se observan los resultados obtenidos para el licor de cacao alto en el descriptor cocoa y amargo. Como se puede observar el panel pudo caracterizar ambos descriptores con una puntuación de 5 y 6 puntos, respectivamente. En el Gráfico 7, observamos los resultados para el licor de cacao alto en el descriptor ácido. Al observar el gráfico de telaraña para esta muestra, vemos que esta recibió una puntuación alta en el

descriptor ácido; así mismo, es posible observar que el descriptor amargo se encuentra alto también. La muestra posee un nivel de tostado superior a las demás muestras, lo cual puede ser percibido por el panel como sabor amargo, respaldando así esta alta puntuación. Para el licor de cacao alto en el descriptor carne/cuero, los once panelistas lograron la identificación de este descriptor calificándolo con una puntuación de 5. Por último, tenemos el licor de cacao alto en los descriptores ácido, astringente y amargo; para la evaluación de este licor los tres descriptores recibieron una puntuación de 5, 4 y 5 puntos en la escala de 0-15, respectivamente. Esta información nos respalda el entrenamiento del panel y su habilidad para la detección de los descriptores en matriz. Es importante realizar este análisis a la hora de validar el panel, ya que no sólo se quiere evitar la interacción entre los factores muestra-panelista, si no también evaluar si la percepción de los aromas y sabores por parte de ellos es la adecuada.

Para el Gráfico 5, se realizó la evaluación de un licor de cacao alto en el descriptor nuez. Como es posible observar la identificación de este descriptor por parte del panel no fue exitosa. Según a estos resultados, se pudo realizar otra sesión de refuerzo de descriptor nuez para que los panelistas fueran capaces de identificarlo en la evaluación final de muestras.

En los gráficos 5-9, se eliminó el descriptor especias. Esto debido a que, en el ANOVA, este descriptor presentó una interacción. Al no tener respaldo estadístico, el descriptor no enriquece los gráficos de telaraña por lo que se elimina de estos y el panel es reforzado en dicho descriptor.

### C. Evaluación de muestras de centros de acopio de las regiones de Polochic, Lachúa y Cahabón.

Luego de la evaluación de muestras, al igual que para la validación de panelistas, los resultados fueron analizados por medio de un análisis ANOVA. En el Cuadro 14, se pueden observar el resumen de los datos obtenidos. Como se mencionó anteriormente en la etapa de entrenamiento de jueces, idealmente, en la prueba de ANOVA se desea observar que la región si tiene influencia sobre la puntuación del descriptor, que el panelista no tenga influencia en la puntuación del descriptor y por último que no exista interacción entre la muestra y el panelista.

Al utilizar el método genérico, como método de análisis descriptivo, este nos permite aceptar la influencia del panelista en la puntuación del descriptor. Esta adaptación se hizo del método QDA, este método respeta la existencia de diferencias en la percepción de panelistas, siempre y cuando no interactúen entre sí. Obtener resultados donde existan diferencias en una misma muestra, no quiere decir que los panelistas no se encuentren entrenados. Estas diferencias radican en las diferencias anatómicas de los panelistas.

En el Cuadro 14, se observa que en todos los descriptores, a excepción de floral y sobre fermentado, se puede llegar a la mismas conclusiones: factor muestra: se rechaza  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región parece tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor.

Para el descriptor floral y sobre fermentado, las conclusiones a las que se llegan son las siguientes: factor muestra: no se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto la región no parece tener un efecto principal y una influencia en la puntuación recibida por el descriptor; factor panelista: se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, por lo tanto el panelista parece tener un efecto principal sobre la puntuación recibida por el descriptor; interacción muestra-panelista: no se puede rechazar  $H_0$ , con un nivel de significancia 0.05, lo que dice que ninguna interacción entre los factores parece ser significativa sobre la puntuación recibida por el descriptor.

Como se evidencia en el Cuadro 14, el refuerzo en los descriptores logró que los once panelistas lograran identificar y calificar los diecisiete descriptores con respaldo estadístico. Ningún descriptor debió removerse en la evaluación final de las muestras.

Además de realizar el análisis estadístico ANOVA, las diferencias entre las muestras fue analizada con la prueba de rango de Tukey' HSD. En esta prueba se analiza si la diferencia es estadísticamente significativa. La comparación se hace entre las medias de las muestras, y cada vez que las diferencias salen significativas la prueba Tukey define si es o no estadísticamente significativa. Si se observa la hipótesis planteada, vemos que la alternativa nos dice que al menos una es diferente, pero si dos de ella difieren quiero saber cuales son las que difieren. Ya que al dos de ellas diferir produce que la variable observada difiera, lo que se traduce a una influencia sobre la variable de salida.

En el Cuadro 30, se puede observar el resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Cahabón. Existen varios descriptores en los que la diferencia de la puntuación por asociación no es estadísticamente significativa, de un total de quince descriptores nueve de estos no se ven influidos por el manejo postcosecha del centro de acopio; dulce, amargo, cocoa, banano, cítrico, fruta oxidada, acético, carne/cuero y humo. La diferencia entre los centros de acopio Ademayach y Apodip, radica en los descriptores ácido, especias, nuez, verde, moho y astringencia. De manera gráfica, el Gráfico 17, simboliza los perfiles sensoriales para ambas asociaciones de la región de Cahabón. Las tendencias de los descriptores sin diferencia por asociación son bastante prominentes; sin embargo, en algunos casos las puntuaciones pueden variar significativamente sin afectar la conclusión estadística.

El resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Lachuá lo encontramos en el Cuadro 31. En esta región se analizaron muestras de tres distintas asociaciones: Asodirp, Asoselnor y Katbalpom. A diferencia de Cahabón, en esta región solo siete son los descriptores que no presentan diferencia estadísticamente significativa entre los distintos centros de acopio. Los descriptores comunes para las tres asociaciones son: ácido, especias, nuez, verde, acético, carne/cuero y moho. En el Gráfico 18, se puede observar la sobreposición de los tres perfiles sensoriales.

Por último, el Cuadro 32 muestra el resumen de las diferencias de medias para cada descriptor de las muestras provenientes de la región de Polochic. En el caso de esta región ambas muestras son procedentes de la misma asociación: Apodip. En esta región observamos que solo tres son los descriptores con diferencia estadísticamente significativa: ácido, acético y humo. El resto de los descriptores no poseen diferencia estadísticamente significativa; en el Gráfico 19, se muestra el gráfico de araña para ambas muestras. Es posible observar como ambos perfiles son bastante parecidos, esto respalda la información obtenida en la prueba de rango Tukey's HSD.

Al analizar las muestras en general, es posible observar que los descriptores amargo, cítrico, fruta oxidada, especias, nuez, verde, carne/cuero y moho son los descriptores que están presentes en seis de las siete muestras. Estos descriptores pueden ser descriptores propios del departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

## IX. CONCLUSIONES

1. Los análisis estadísticos presentados anteriormente demuestran que se logró desarrollar un perfil sensorial del licor de cacao guatemalteco mediante el método genérico del análisis descriptivo.
2. Luego de la evaluación a 41 personas, tras distintas pruebas filtro, se logró conformar un panel entrenado de once personas que cumplían con requisitos necesarios para ser aptos para entrenamiento; es importante tomar en cuenta la disponibilidad del tiempo de las personas para el desarrollo de este.
3. El léxico utilizado para el entrenamiento de panelistas fue creado con base en licores de cacao de distintas regiones, incluyendo las regiones bajo estudio, para lograr un léxico más específico de la región.
4. El de análisis descriptivo utilizado, método genérico, permitió el entrenamiento de los panelistas en un lapso corto de veinte sesiones.
5. La validación de panel permitió identificar que los descriptores nuez y especias necesitaban refuerzo y más entrenamiento; así mismo, se logró confirmar que el panel se encontraba bien entrenado para el resto de los descriptores utilizando muestras previamente caracterizadas.
6. En la evaluación final de muestras, ninguno de los descriptores evaluados mostró interacción entre los factores muestra-panelista, lo que nos indica que los once panelistas son capaces de caracterizar distintas matrices con los descriptores establecidos.

## X. RECOMENDACIONES

1. El tiempo de entrenamiento del panel fue muy limitado, por lo que se recomienda dedicar más tiempo para el entrenamiento de los panelistas y así obtener mejores resultados.
2. Para mejorar los ANOVA se recomienda realizar más replicas en el experimento, ya que estadísticamente la muestra es muy pequeña.
3. Para evitar ruido en los análisis estadísticos, se recomienda evaluar muestras producidas en las mismas fechas y almacenadas bajo las mismas condiciones.
4. Para poder realizar conclusiones más complejas acerca de las similitudes y diferencias entre asociaciones y regiones, se recomienda conocer más a fondo el proceso postcosecha de las muestras.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Afoakwa, E. 2010. *Chocolate Science and Technology*. Londres: Wiley-Blackwell. Págs 311.
- Aguilar, H. 2017. *Guía de Buenas Prácticas de Poscosecha de Cacao*. Honduras: Fundación hondureña de investigación agrícola.
- Aguilar, L., Deheuvels, O., Rodríguez, M., & Chávez, E. 2015. *El sector cacao en Centroamérica*. Costa Rica: CATIE.
- Aguilar, M. 2014. *La cadena productiva del cacao en alta Verapaz*. Guatemala: USAC. 12 págs.
- Agrocadena de Cacao de Guatemala. 2016. *Plan Estratégico de la Agrocadena de cacao de Guatemala*. Guatemala: MAGA.
- Almeida, A & Almeida, AF. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC. Brasil.. *Plant Physiol.*, 19(4):425-448.
- Álvarez, C; Pérez, E & Lares, M. 2002. *Morfología de los frutos y características físico-químicas del Mucilago del cacao de tres zonas del Estado Aragua*. VE. *Revista Agronomía Tropical*. Vol. 52. No 4. p 1-8.
- ANECACAO. (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). 2013. *Exportaciones de cacao del Ecuador. Granos y semielaborados*. (En línea). Consultado, 13 Enero 2019. Disponible en: <http://www.anecacao.com/>
- APROVAC. 2014. *Cacao Guatemalteco*. Guatemala: Choco GuateMaya.
- Aranda, K. 2003. *El uso del cacao como moneda en la época prehispánica y su pervivencia en la época colonial*. España, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Arciniegas, A. 2005. *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- Archila, C & Villanueva, C. 2017. *Estudio Socioeconómico de la transformación primaria de cacao (Theobroma cacao L.), subregión Lachuá, Cobán Alta Verapaz*. CRIA- Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria. Guatemala, pp 77.
- Arvidson, K. 1979. *Location and variation in number of taste buds in human fungiform papillae*. *Scand. Journal of Dental Research*, 87, 435–442.
- Awua, PK. 2002. *Cocoa Processing and Chocolate Manufacture in Ghana*. Essex, UK: David Jamieson and Associates Press Inc.
- Bachmanov, A. A. and Beauchamp, G. K. 2007. *Taste receptor genes*. *Annual Review of Nutrition*, 27, 389–414.
- Barazarte, H; Sangronis, E & Unai E. 2008. *La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): una posible fuente comercial de pectinas*. Caracas, VE: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 58. No 1. p 64-66.

- Bartoshuk, L. M., Duffy, V. B. and Miller, I. J. 1994. *PTC/PROP tasting: Anatomy, psychophysics and sex effects*. *Physiology and Behavior*, 56, 1165–1171.
- Bergman, JF. 1969. *La distribución del cultivo de cacao en la América precolombina*. *Ana. Asoc. Geografía* 59: 85-96.
- Borbor, F. & Vera, M. 2007. *Manual del cultivo de cacao para productores*. Unidad ejecutora del programa Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEI, y Co – ejecutor Asociación Nacional de Exportadores de cacao Anecacao. Enero del 2007. Guayaquil, Ecuador. 47 págs.
- Bufe, B., Breslin, P. A. S., Kuhn, C., Reed, D. R., Tharp, C. D., Slack, J. P., Kim, U.-K., Drayna, D. and Meyerhof, W. 2005. *The molecular basis of individual differences in phenylthiocarbamide and propylthiouracil bitterness perception*. *Current Biology*, 15, 322–327.
- Camacho, M. 2017. *Chocolate Museums in Europe: history, marketing and tourism*. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Págs 658-689.
- CAOBISCO/ECA/FCC. 2015. *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. (End, M.J. and Dand, R., Editors)
- Carterette, E., & Friedman, M. 1978. *Handbook of perception: Tasting and Smelling*. New York: Academic Press.
- Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT. 1991. *Cacao fino o de aroma. Estudio de la producción y el comercio mundial*. Ginebra: UNCTAD/GATT.
- Chávez, A., et al. 2004. *Programa para el desarrollo de la amazonia: Manual del cultivo del cacao*. Perú: Ministerio de Agricultura. Págs. 83.
- Cocoa of Excellence Technical Committee. 2017. *Cocoa of Excellence (CoEx) Programme: Glossary of terms for flavour evaluation*.
- Collings, V. B. 1974. *Human taste response as a function of locus on the tongue and soft palate*. *Perception & Psychophysics*, 16, 169–174.
- Coe, M. 2015. *Kakaw: El chocolate en la cultura de Guatemala*. Estados Unidos: Universidad de Yale.
- CONADEA-MAGA. 2014. *Diagnóstico de la cadena del Cacao*. Guatemala: Eurecna.
- Cunakakaw. 2017. *Manual de trazabilidad y calidad para cosecha y post cosecha: proceso para certificación Cunakakaw*. Asociación Mesoamericana de Cacao y Chocolate Finos.
- Díaz, A. 2009. *Fortalecimiento de la cadena productiva de cacao (Theobroma cacao L.) con énfasis en la determinación de la presencia de la enfermedad moniliasis en Santa María Cahbón, Alta Verapaz*. Tesis de la Universidad de San Carlos. Guatemala, Guatemala: Facultad de Agronomía. 108 págs.
- De la Cruz M, Whitkus R, Gómez-Pompa A, & Mota-Bravo L. 1995. *Origins of cacao cultivation*. *Nature* 375:542 – 543.

- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M. & Weigend, M. 2012. *Hoja Botánica: Cacao*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pág. 19
- Doty, R. L. 1991. Psychophysical measurement of odor perception in humans. In: D. G. Laing, R. L. Doty and W. Breipohl (eds.), *The Human Sense of Smell*. Springer, Berlin, pp. 95–143.
- Drake, M.A. & Civille, G.V. *Flavor lexicons*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003; 2: 33–40
- Dubón, A & Sánchez, J. 2011. *Manual de Producción de Cacao*. Honduras: Fundación hondureña de investigación agrícola.
- Durán, L., & Costell, E. (1999). Revision: *Percepción del gusto. Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos / Review: Perception of taste. Physiochemical and psychophysical aspects*. *Food Science and Technology International*, 5(4), 299–309.
- Elías, S. 2016. *Prácticas agrícolas y forestales tradicionales y propuesta de implementación para la adaptación al cambio climático en la cuenca del río Nahualate*. Guatemala: MARN.
- Elizalde, E. 2006. *El cacao, moneda embriagadora*. Argentina: Cuadernos de Numismática y Ciencias Históricas del Centro Numismático de Buenos Aires. Número 120.
- Enríquez, G. 1985. *Curso sobre el cultivo del cacao*. Costa Rica: Catie. 240 págs.
- Gómez, P, et al. 1990. *The sacred cacao groves of the Maya*. *Latin América antiquity* 1. 247-257 págs.
- Fadel, H. et al. 2006. *Cocoa substitute: evaluation of sensory qualities and flavor stability*. *European Food Research and Technology*. 223 (1): 125-131.
- FCCI. 2019. *Fine Cocoa and Chocolate Institute: Professional Education*. Estados Unidos
- Fernández, F. & Fernández, Y. 2016. *Los aztecas y el uso de cacao como moneda*. Argentina: Banco Central de la República Argentina.
- Fortin J.J. & Desplancke C. 2001. *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Ed. Acribia, España. 99 pp.
- Fowler, M. S., Leheup, P. & Cordier, J.-L. 1998. *Cocoa, coffee and tea*. In *Microbiology of Fermented Foods*. Wood, B. J. B. (Ed.). London: Blackie Academic and Professional, Vol. 1, pp. 128–147.
- García Medina, M., & Mirtá Calviño, A. (1987). *Un enfoque psicofísico del sabor: aportes de la psicofísica a la tecnología de alimentos*. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 19 (3), 401-420.
- Guzmán, V. 2016. *Diagnóstico de la cadena de cacao: "Identificación de cadenas ecoproductivas y su potencial acceso a mercados, en la zona del proyecto PPRCC"*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Glen, S. 2017. *Statistics How To*. 2ª ed. USA.
- Guyton A.C & Hal, J.E. 2003. *Tratado de fisiología médica*. 10 ed. Ed. Me Graw Hill Interamericana. México. 699-726 pp.

- Herrera-Lee R.G., Hernández S.E.R. y Angulo G.J.O, 2010. *Caracterización Química y Sensorial de Fórmulas Infantiles Evaluadas Sensorialmente por Bebés*. Tesis Doctoral. Instituto Tecnológico de Veracruz, Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Veracruz, Veracruz.
- Heymann, H., & Lawless, H. 2013. *Sensory Evaluation of Food*. New York, NY: Springer.
- Ibáñez Moya, Francisco and Yolanda Barcina Angulo. 2001. *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Oxford: Taylor and Francis.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). 2008; *Norma Técnica Peruana ISO 5492 "Análisis Sensorial" Vocabulario*. Perú.
- International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionary – IOCCC. 1996. *The detection of specific off-flavours in cocoa beans*. CABISCO, Brussels.
- International Standard ISO 8587:2006. 2006. *Sensory analysis: Methodology: Ranking tes.*, Second Edition. 21p.
- Kim, U.-K., Jorgenson, E., Coon, H. Leppert, M. Risch, N. and Drayna, D. 2003. *Positional cloning of the human quantitative trait locus underlying taste sensitivity to phenylthiocarbamide*. Science, 299, 1221–1225.
- Lobão, D., & Setenta, WC., & Lobão, E. 2007. *Cacao cabruca: sistema agrossilvicultural tropical*. Brasil, Ihéus: Gráfica e Editora Vital. Pág 290-323.
- López, V. 2014. *Procesamiento del cacao: Etapas y recursos tecnológicos involucrados*. Venezuela: Centro Nacional de Tecnología Química.
- Lutheran World Relief. 2013. *Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao*. Guía 8. Nicaragua: PIMAX.
- MAGA. 2014. *Perfil Comercial Cacao*. Guatemala: Eurecna.
- Martínez Botello, D. 2015. *Caracterización de cultivares de cacao (Theobroma cacao L) por su respuesta de defensa a Moniliophthora roreri y su polimorfismo de SSRs*. Tesis de la Universidad Nacional de Colombia. Colombia: Facultad de Ciencias Agrarias. 165 págs.
- Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, B. 1999. *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton (Fla.): CRC Press.
- Miller, I. J. and Bartoshuk, L. M. 1991. Taste perception, taste bud distribution and spatial relationships. In: T. V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk and J. B. Snow (eds.), *Smell and Taste in Health and Disease*. Raven, New York, pp. 205–233.
- MINECO - Ministerio de Economía. 2015. *Línea base de la cadena de valor de cacao. Guatemala*, pp 95.
- Miranda, F. 1962. *Wild Cacao in the Lacandona Forest, Chiapas, Mexico*. Cacao (Turrialba), 7: 7. Costa Rica: Catie.
- Moreno, JJ. 2015. *Fisiología de los sentidos aplicada a la alimentación*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.

- Motamayor, J., Risterucci, A., Lopez, P., Ortiz, C., Moreno, A., & Lanaud, C. (2002). *Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas*. *Heredity*, 89 (5), 380-386.
- Muñoz, A & Cville, G. 1992. *The Spectrum descriptive analysis method*. in ASTM Manual Series MNL 13, Manual on Descriptive Analysis Testing, R.C. Hootman, ed., West Conshohocken, PA: ASTM International, pp. 22–34.
- Muñoz, Yuniesky; Pérez, Elevina & Palomino, Carolina. 2012. *Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate*. Actualización en nutrición. 13. 314-331.
- Opoku-Ameyaw, K., Francis, B., Gyedu-Akoto, E., Anchirina, V., Obiatey, H., Cudjoe, A., & Opoku, S., 2010. *Cocoa Manual: A source book for sustainable cocoa production*. Ghana: Cocoa Research Institute of Ghana. Págs 20.
- Owen, G. 2013. *How Chocolate is made*. Estados Unidos: Princeton.
- Palacios, J. 2008. *Establecimiento de parámetros para diferenciar y valorizar el cacao (Theobroma cacao L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano*. Tesis de la Universidad Técnica de Manabí. Ecuador: Facultad de ingeniería agronómica. 210 págs.
- Paredes, N. 2009. *Manual de cultivo de cacao para la Amazonia ecuatoriana. Manual No. 76*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Págs. 44.
- Pérez, MA. & Contreras, JD. 2017. *Instructivo de buenas prácticas de cosecha y pos-cosecha*. Colombia, Bogotá: Swisscontact. Págs 60.
- Quintana, L & Gómez, S. 2011. *Perfil del Sabor del Clon CCN51 del Cacao (Theobroma cacao L.) Producido en tres fincas del municipio de San Vicente de Chucurí*. Colombia: UNAD.
- Reglero, G. et al. 2011. *Curso de análisis sensorial de alimentos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid – UAM.
- Rössner, S. 1997. *Chocolate – divine food, fattening junk or nutritious supplementation*. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 341–345.
- Ruiz, X. 2014. *Diversidad genética de cacao Theobroma Cacao L., con marcadores moleculares microsatélites*. Tesis Universidad Nacional de Colombia. Colombia: Facultad de Ciencias Agrarias. 80 págs.
- Sancho J., Bota E., de Castro J.J. 2002. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Alfaomega, Barcelona, España. 335 pp.
- Segeplan. 2010. *Plan de desarrollo San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Segura, E. 2015. *Fermentación de cacao en cajas tipo Rohan*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador.
- Stone and J.L. Sidel. 1992. *Sensory Evaluation Practices*, 2nd Ed., Orlando, FL: Academic Press.
- Stone, J. Sidel, S. Oliver, A. Woolsey, and R.C. Singleton. 1974. *Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis*, *Food Technology*, 28:11, 24–34.

- Sukha, *et al.* 2008. *The use of an optimised organoleptic assessment protocol to describe and quantify different flavor attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans.* European Food Research and Technology 226 (3): 405-413.
- Sukha, D. 2016. *Pasos hacia una norma internacional armonizada para la evaluación del sabor de cacao – una revisión de los protocolos y prácticas actuales.* Estados Unidos: Cocoa Research Centre. 60 págs.
- Sugita, M. 2006. Review. *Taste perception and coding in the periphery.* Cellular and Molecular Life Sciences, 63, 2000–2015.
- Sweitzer, L & Kintzer, B. 2018. *TCHO Story.* USA.
- Teneda, WF. 2016. *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51.* España: Universidad Internacional de Andalucía. Págs. 140.
- Thamke, I.; K. Dürschmid and H. Rohma. 2009. *Sensory description of dark chocolates by consumers.* Food Science and Technology 42: 534- 539.
- Tinoco, H & Yomali, D. 2010. *Análisis del Proceso de Deshidratación de Cacao para la Disminución del Tiempo de Secado.* Colombia: Revista EIA (Escuela de Ingenieros de Antioquia). No 13. p 53 - 63.
- Vera, J. 1993. *Antecedentes históricos y zonificación y ecología del cultivo.* In Suárez, C. ed. *Manual del cultivo de cacao, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, publicado por Estación Experimental Tropical “Pichilingue”.* Segunda edición. Manual No 25. Quevedo EC. p. 6 – 294.
- Vides, A. 2017. *Cacao fino de aroma guatemalteco reconocido como uno de los mejores del mundo.* Guatemala: Agexport.

## XII. ANEXOS

Anexo 1. Póster de reclutamiento de panelistas

# ¿TE GUSTA EL CHOCOLATE? ¿QUISIERAS PROBAR MUCHO CHOCOLATE GRATIS?



## ¿Qué beneficios obtienes?

- Serás experto en análisis de chocolate
- Certificado de horas de entrenamiento (válido para tu CV)
- Recompensas semanales
- Horas de beca
- Recompensa final
- Y mucho chocolate..

Para más información comunícate con:  
Karla Marié Melgar - Ingeniería en alimentos  
mel151350@uvg.edu.gt / +(502) 4703-3304

**UVG**  
UNIVERSIDAD  
DEL VALLE  
DE GUATEMALA

Anexo 2. Master Sheet - Prueba de coincidencia de olores, primera parte

**MASTER SHEET**  
**PRUEBA DE COINCIDENCIA DE OLORES I**

**Fecha:** Martes, 12 de marzo de 2019

**Producto:** Aromas

**Tipo de prueba:** Prueba coincidencia de aromas

Muestras	Código	Descripción muestra
A	601	Lavanda
B	828	Breath
C	784	On Guard
D	520	Vainilla
E	464	Durazno

Panelista	Orden de presentación					
	ABCDE	601	828	784	520	464
1	ABCDE	601	828	784	520	464
2	ABCED	601	828	784	464	520
3	ABDCE	601	828	520	784	464
4	ABDEC	601	828	520	464	784
5	ABECD	601	828	464	784	520
6	ABEDC	601	828	464	520	784
7	ACBDE	601	784	828	520	464
8	ACBED	601	784	828	464	520
9	ACDBE	601	784	520	828	464
10	ACDEB	601	784	520	464	828
11	ACEBD	601	784	464	828	520
12	ACEDB	601	784	464	520	828
13	ADBCE	601	520	828	784	464
14	ADBEC	601	520	828	464	784
15	ADCBE	601	520	784	828	464
16	ADCEB	601	520	784	464	828
17	ADEBC	601	520	464	828	784
18	ADECB	601	520	464	784	828
19	AEBDC	601	464	828	784	520
20	AEBDC	601	464	828	520	784

21	AECBD	601	464	784	828	520
22	AECDB	601	464	784	520	828
23	AEDBC	601	464	520	828	784
24	AEDCB	601	464	520	784	828
25	BACDE	828	601	784	520	464
26	BACED	828	601	784	464	520
27	BADCE	828	601	520	784	464
28	BADEC	828	601	520	464	784
29	BAECD	828	601	464	784	520
30	BAEDC	828	601	464	520	784
31	BCADE	828	784	601	520	464
32	BCAED	828	784	601	464	520
33	BCDAE	828	784	520	601	464
34	BCDEA	828	784	520	464	601
35	BCEAD	828	784	464	601	520
36	BCEDA	828	784	464	520	601
37	BDACE	828	520	601	784	464
38	BDAEC	828	520	601	464	784
39	BDCAE	828	520	784	601	464
40	BDCEA	828	520	784	464	601
41	BDEAC	828	520	464	601	784
42	BDECA	828	520	464	784	601
43	BEACD	828	464	601	784	520
44	BEADC	828	464	601	520	784
45	BECAD	828	464	784	601	520
46	BECDA	828	464	784	520	601
47	BEDAC	828	464	520	601	784
48	BEDCA	828	464	520	784	601
49	CABDE	784	601	828	520	464
50	CABED	784	601	828	464	520

Anexo 3. Master Sheet - Prueba de coincidencia de olores, segunda parte

**MASTER SHEET**  
**PRUEBA DE COINCIDENCIA DE OLORES II**

**Fecha:** Martes, 12 de marzo de 2019

**Producto:** Aromas

**Tipo de prueba:** Prueba coincidencia de aromas

Muestras	Código	Descripción muestra
A	559	Durazno
B	131	Vainilla
C	395	On Guard
D	295	Breath
E	926	Lavanda

Panelista	Orden de presentación					
	ABCDE	559	131	395	295	926
1	ABCDE	559	131	395	295	926
2	ABCED	559	131	395	926	295
3	ABDCE	559	131	295	395	926
4	ABDEC	559	131	295	926	395
5	ABECD	559	131	926	395	295
6	ABEDC	559	131	926	295	395
7	ACBDE	559	395	131	295	926
8	ACBED	559	395	131	926	295
9	ACDBE	559	395	295	131	926
10	ACDEB	559	395	295	926	131
11	ACEBD	559	395	926	131	295
12	ACEDB	559	395	926	295	131
13	ADBCE	559	295	131	395	926
14	ADBEC	559	295	131	926	395
15	ADCBE	559	295	395	131	926
16	ADCEB	559	295	395	926	131
17	ADEBC	559	295	926	131	395
18	ADECB	559	295	926	395	131
19	AEBDC	559	926	131	395	295
20	AEBDC	559	926	131	295	395
21	AECBD	559	926	395	131	295

22	AECDB	559	926	395	295	131
23	AEDBC	559	926	295	131	395
24	AEDCB	559	926	295	395	131
25	BACDE	131	559	395	295	926
26	BACED	131	559	395	926	295
27	BADCE	131	559	295	395	926
28	BADEC	131	559	295	926	395
29	BAECD	131	559	926	395	295
30	BAEDC	131	559	926	295	395
31	BCADE	131	395	559	295	926
32	BCAED	131	395	559	926	295
33	BCDAE	131	395	295	559	926
34	BCDEA	131	395	295	926	559
35	BCEAD	131	395	926	559	295
36	BCEDA	131	395	926	295	559
37	BDACE	131	295	559	395	926
38	BDAEC	131	295	559	926	395
39	BDCAE	131	295	395	559	926
40	BDCEA	131	295	395	926	559
41	BDEAC	131	295	926	559	395
42	BDECA	131	295	926	395	559
43	BEACD	131	926	559	395	295
44	BEADC	131	926	559	295	395
45	BECAD	131	926	395	559	295
46	BECDA	131	926	395	295	559
47	BEDAC	131	926	295	559	395
48	BEDCA	131	926	295	395	559
49	CABDE	395	559	131	295	926
50	CABED	395	559	131	926	295

Anexo 4. Master Sheet - Prueba de coincidencia de sabores, primera parte

**MASTER SHEET**  
**PRUEBA DE COINCIDENCIA DE SABORES I**

**Fecha:** Martes, 12 de marzo de 2019

**Producto:** Sabores verdaderos

**Tipo de prueba:** Prueba coincidencia de sabores verdaderos

Muestras	Código	Descripción muestra
A	815	Sal I
B	422	Sal II
C	973	Azúcar
D	760	Ácido Tartárico
E	452	Cafeína

Panelista	Orden de presentación					
	ABCDE	815	422	973	760	452
1	ABCDE	815	422	973	760	452
2	ABCED	815	422	973	452	760
3	ABDCE	815	422	760	973	452
4	ABDEC	815	422	760	452	973
5	ABECD	815	422	452	973	760
6	ABEDC	815	422	452	760	973
7	ACBDE	815	973	422	760	452
8	ACBED	815	973	422	452	760
9	ACDBE	815	973	760	422	452
10	ACDEB	815	973	760	452	422
11	ACEBD	815	973	452	422	760
12	ACEDB	815	973	452	760	422
13	ADBCE	815	760	422	973	452
14	ADBEC	815	760	422	452	973
15	ADCBE	815	760	973	422	452
16	ADCEB	815	760	973	452	422
17	ADEBC	815	760	452	422	973
18	ADECB	815	760	452	973	422
19	AEBCD	815	452	422	973	760
20	AEBDC	815	452	422	760	973

21	AECBD	815	452	973	422	760
22	AECDB	815	452	973	760	422
23	AEDBC	815	452	760	422	973
24	AEDCB	815	452	760	973	422
25	BACDE	422	815	973	760	452
26	BACED	422	815	973	452	760
27	BADCE	422	815	760	973	452
28	BADEC	422	815	760	452	973
29	BAECD	422	815	452	973	760
30	BAEDC	422	815	452	760	973
31	BCADE	422	973	815	760	452
32	BCAED	422	973	815	452	760
33	BCDAE	422	973	760	815	452
34	BCDEA	422	973	760	452	815
35	BCEAD	422	973	452	815	760
36	BCEDA	422	973	452	760	815
37	BDACE	422	760	815	973	452
38	BDAEC	422	760	815	452	973
39	BDCAE	422	760	973	815	452
40	BDCEA	422	760	973	452	815
41	BDEAC	422	760	452	815	973
42	BDECA	422	760	452	973	815
43	BEACD	422	452	815	973	760
44	BEADC	422	452	815	760	973
45	BECAD	422	452	973	815	760
46	BECDA	422	452	973	760	815
47	BEDAC	422	452	760	815	973
48	BEDCA	422	452	760	973	815
49	CABDE	973	815	422	760	452
50	CABED	973	815	422	452	760

Anexo 5. Master Sheet - Prueba de coincidencia de sabores, segunda parte

**MASTER SHEET**  
**PRUEBA DE COINCIDENCIA DE SABORES II**

**Fecha:** Martes, 12 de marzo de 2019

**Producto:** Sabores verdaderos

**Tipo de prueba:** Prueba coincidencia de sabores verdaderos

Muestras	Código	Descripción muestra
A	126	Cafeína
B	221	Ácido Tartárico
C	326	Azúcar
D	657	Sal II
E	579	Sal I

Panelista	Orden de presentación					
1	ABCDE	126	221	326	657	579
2	ABCED	126	221	326	579	657
3	ABDCE	126	221	657	326	579
4	ABDEC	126	221	657	579	326
5	ABECD	126	221	579	326	657
6	ABEDC	126	221	579	657	326
7	ACBDE	126	326	221	657	579
8	ACBED	126	326	221	579	657
9	ACDBE	126	326	657	221	579
10	ACDEB	126	326	657	579	221
11	ACEBD	126	326	579	221	657
12	ACEDB	126	326	579	657	221
13	ADBCE	126	657	221	326	579
14	ADBEC	126	657	221	579	326
15	ADCBE	126	657	326	221	579
16	ADCEB	126	657	326	579	221
17	ADEBC	126	657	579	221	326
18	ADECB	126	657	579	326	221
19	AEBCD	126	579	221	326	657
20	AEBDC	126	579	221	657	326

21	AECBD	126	579	326	221	657
22	AECDB	126	579	326	657	221
23	AEDBC	126	579	657	221	326
24	AEDCB	126	579	657	326	221
25	BACDE	221	126	326	657	579
26	BACED	221	126	326	579	657
27	BADCE	221	126	657	326	579
28	BADEC	221	126	657	579	326
29	BAECD	221	126	579	326	657
30	BAEDC	221	126	579	657	326
31	BCADE	221	326	126	657	579
32	BCAED	221	326	126	579	657
33	BCDAE	221	326	657	126	579
34	BCDEA	221	326	657	579	126
35	BCEAD	221	326	579	126	657
36	BCEDA	221	326	579	657	126
37	BDACE	221	657	126	326	579
38	BDAEC	221	657	126	579	326
39	BDCAE	221	657	326	126	579
40	BDCEA	221	657	326	579	126
41	BDEAC	221	657	579	126	326
42	BDECA	221	657	579	326	126
43	BEACD	221	579	126	326	657
44	BEADC	221	579	126	657	326
45	BECAD	221	579	326	126	657
46	BECDA	221	579	326	657	126
47	BEDAC	221	579	657	126	326
48	BEDCA	221	579	657	326	126
49	CABDE	326	126	221	657	579
50	CABED	326	126	221	579	657

## Anexo 6. Cuestionario pruebas filtro

### Análisis Sensorial de Alimentos Pruebas Filtro



Nombre: \_\_\_\_\_

No. Panelista: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

Celular: \_\_\_\_\_

¿Hay algún día de la semana (lunes – viernes) que no está disponible en horario normal?

\_\_\_\_\_

¿Padece de alguna de las siguientes enfermedades?

- Dentadura postiza
- Diabetes
- Enfermedad oral o de las encías
- Hipoglicemia
- Alergia a algún alimento
- Hipertensión
- Enfermedad nasal
- Alergias
- Sinusitis o gripe constante

¿Toma usted algún medicamento que afecte sus sentidos, especialmente el gusto y el olfato?

\_\_\_\_\_

### **HÁBITOS ALIMENTICIOS**

¿Esta actualmente en alguna dieta restringida? Si su respuesta es sí, explique.

\_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia come fuera de casa a lo largo de un mes?

\_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia come comida rápida a lo largo de un mes?

\_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia come comida congelada?

\_\_\_\_\_

¿Cuál es(son) su(s) comida(s) favoritas?

\_\_\_\_\_

Análisis Sensorial de Alimentos  
Pruebas Filtro



¿Qué comida(s) son las que menos le gusta(n)?

---

¿Qué alimentos no puede comer?

---

¿Qué alimentos no le gusta comer?

---

Su habilidad para distinguir olores y sabores (Marque con una X):

	Olfato	Gusto
Arriba del promedio		
Promedio		
Abajo del promedio		

¿Alguien de su núcleo familiar trabaja en la industria de alimentos?

---

¿Alguien de su núcleo familiar trabaja para una compañía de publicidad o marketing?

---

**PRUEBA DE SABOR**

Si una receta requiere tomillo y no hay disponible, ¿con qué lo sustituiría?

---

¿Qué alimentos saben parecido al yogurt?

---

¿Cómo describiría la diferencia entre sabor y aroma?

---

¿Cómo describiría la diferencia entre sabor y textura?

---

¿Cuál es la mejor descripción en una o dos palabras para el queso italiano rallado (parmesano o romano)?

---

Describe algunos de los sabores principales en la mayonesa.

---

Describe algunos de los sabores principales en la bebida cola.

---

Análisis Sensorial de Alimentos  
Pruebas Filtro



Describe algunos de los sabores principales en las salchichas.

---

Describe algunos de los sabores principales en las galletas Ritz.

---

**PRUEBA DE FRAGANCIA**

Si un perfume es de tipo "floral", ¿qué otras palabras podrían usarse para describirlo?

---

¿Cuáles son algunos productos que tienen un olor a hierbas?

---

¿Cuáles son algunos productos que tienen un olor dulce?

---

¿Qué tipos de olores se asocian con lo limpio y fresco?

---

¿Cómo describiría la diferencia entre afrutado y limón?

---

Brevemente, ¿qué palabras usaría para describir la diferencia entre una fragancia femenina y una fragancia masculina?

---

¿Cuáles son algunas palabras que describirían el olor de un canasto lleno de ropa?

---

Describe algunos de los olores notables en una panadería.

---

Describe algunos de los olores perceptibles en un detergente líquido para platos.

---

Describe algunos de los olores notables en los jabones en barra.

---

Describe algunos de los olores notables en un sótano.

---














Describe algunos de los olores notables en un restaurante de McDonald's.

---

**EJERCICIOS DE ESCALA**

**Instrucciones:** Marque en la línea ubicada a la derecha, para indicar la proporción del área que está sombreada.

Ejemplos

		Nada	_____ / _____	Todo
		Nada	_____ / _____	Todo
		Nada	_____ / _____	Todo
1.		Nada	_____	Todo
2.		Nada	_____	Todo
3.		Nada	_____	Todo
4.		Nada	_____	Todo
5.		Nada	_____	Todo
6.		Nada	_____	Todo
7.		Nada	_____	Todo
8.		Nada	_____	Todo
9.		Nada	_____	Todo
10.		Nada	_____	Todo



**POR FAVOR EMPUJE LA VENTANA PARA RECIBIR SUS MUESTRAS**

**TOME UN BOCADO DE GALLETA Y UN SORBO DE AGUA PARA ENJUAGARSE LA BOCA.**

**Recuerde hacer esto antes de probar cada muestra.**

**PRUEBA DE SABOR**

**Instrucciones:** Pruebe el primer conjunto de muestras; tome un pedazo de galleta y un sorbo de agua para limpiar su paladar luego de cada muestra. Pruebe el segundo conjunto de muestras y determine qué muestras del segundo conjunto corresponden a cada muestra del primer conjunto. Anote el código del sabor en el segundo conjunto al lado de su coincidencia del primer conjunto. Posteriormente, determine un descriptor que mejor represente el par de sabores.

PRIMER SET DE MUESTRAS	SEGUNDO SET DE MUESTRAS	DESCRIPTOR

**AL TERMINAR, POR FAVOR EMPUJE LA VENTANA PARA RECIBIR LAS SIGUIENTES MUESTRAS**



### PRUEBA DE AROMAS

**Instrucciones:** Huela el primer conjunto de fragancias; dése un tiempo para descansar después de cada muestra. Huela el segundo conjunto de fragancias y determine qué muestras del segundo conjunto corresponden a cada muestra del primer conjunto. Anote el código de la fragancia en el segundo conjunto al lado de su coincidencia del primer conjunto. Posteriormente, determine un descriptor que mejor represente el par de fragancias.

PRIMER SET DE MUESTRAS	SEGUNDO SET DE MUESTRAS	DESCRIPTOR

¡MUCHAS GRACIAS! MUY PRONTO NOS ESTAREMOS COMUNICANDO CONTIGO ☺

## Anexo 7. Recomendaciones para panelistas

### RECOMENDACIONES PARA PANELISTAS

#### **Hora de llegada**

- Jueves 3:00-4:00 pm
- Se pide a los panelistas que lleguen al panel 10 minutos antes de la sesión.

#### **Programación de prácticas**

- Es necesaria la asistencia completa a las sesiones, para poder participar en el estudio.
- Si todo el panel se cancela, se programará un día de recuperación.

#### **Vacaciones y tiempo de inactividad**

- El panel no está programado para la semana de Semana Santa, ni el mes de vacaciones a medio año (junio).

#### **Protocolo**

- El protocolo del panel incluye preparación, conversación mínima, espacio de trabajo organizado, conocimiento de los detalles, etc.

#### **Integridad de la boleta**

- Se comprobará que las boletas estén completas antes de entregarlas al líder del panel (sin espacios en blanco).
- La integridad de la boleta incluye el nombre, el número de identificación del panel, el código de muestra, todos los puntajes de los atributos, etc. Los datos deben ser verificados por un miembro del panel.

#### **Hablar**

- Las discusiones dentro de la sala del panel están limitadas a aquellas dirigidas por el líder del panel.
- Los panelistas deben concentrarse en sus evaluaciones. Hablar distrae a otros panelistas de la tarea en cuestión, dejando oportunidades para cometer errores y olvidarse de registrar puntos de datos.

#### **Laboratorio de Análisis Sensorial**

- No se permite comida en el laboratorio sensorial.
- Prohibido fumar.
- Las áreas del panel deben limpiarse después de cada sesión.

#### **Cancelación de Panel**

- Cualquier suceso inesperado, se tomará una decisión lo antes posible y el líder del panel se comunicará con los panelistas sobre la cancelación.
- Los cambios en el cronograma se notificarán por medio del grupo de WhatsApp.

#### **Preparación**

- No aplique lociones o cremas en las superficies de la piel el día de la evaluación antes al panel. Esto también incluye elementos con fragancias persistentes fuertes como shampoo, pintauñas, perfumes, etc.
- Los panelistas deben reportar cualquier reacción alérgica al líder del panel.
- No consumir alimentos, como mínimo una hora antes del panel.

Anexo 8. Consentimiento informado



**Caracterización sensorial de licor de cacao (*Theobroma cacao L.*) proveniente de árboles élite y centros de acopio del departamento de Alta Verapaz, Guatemala.**

Luego de haber leído y aceptado las Recomendaciones para panelistas, por favor si está de acuerdo llene la siguiente boleta.

El producto a probar durante las sesiones no tiene ningún riesgo para su salud. La actividad es únicamente de tipo experimental y carácter voluntario. Sin embargo, pedimos de su compromiso con el proyecto durante los 8 meses de trabajo.

Si usted voluntariamente desea participar, por favor llenar los siguientes datos.

**Fecha:** 21 de marzo de 2019

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**DPI:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

Anexo 9. Master Sheet – Generación de descriptores

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**GENERACIÓN DE DESCRIPTORES II**

**Fecha:** Jueves, 21 de marzo de 2019  
**Producto:** Muestras de licor de cacao  
**Tipo de prueba:** Generación de léxico

Muestras	Código	Descripción muestra
A	286	La Tinta Polochic 7/02/2019
B	469	La Tinta Polochic 31/01/2019
C	523	Cahabón 16/02/2019
D	591	616 Mx D.
E	628	581 Mx D.
F	980	698 Mx D.

Panelista	Orden de presentación						
	286	469	523	591	628	980	
1	ABCDEF	286	469	523	591	628	980
2	ABCDFE	286	469	523	591	980	628
3	ABCEDF	286	469	523	628	591	980
4	ABCEFD	286	469	523	628	980	591
5	ABCFDE	286	469	523	980	591	628
6	ABCFED	286	469	523	980	628	591
7	ABDCFE	286	469	591	523	980	628
8	ABDCEF	286	469	591	523	628	980
9	ABDEFC	286	469	591	628	980	523
10	ABDECF	286	469	591	628	523	980
11	ABDFEC	286	469	591	980	628	523
12	ABDFCE	286	469	591	980	523	628



## Anexo 11. Listado de atributos

Análisis Sensorial de Alimentos  
Listado de Atributos a Evaluar  
Karla Marié Melgar Serrano



### Listado de atributos

#### AROMAS

- **Cocoa:** Aroma derivado de cacao bien fermentado y tostado, libre de defectos.
- **Banano:** Aroma relacionado/derivado del fruto banano.
- **Cítrico:** Aroma relacionado/derivado de naranja, toronja, limón, mandarinas, etc.
- **Fruta oxidada:** Aroma derivado de la sobre maduración de frutas, a un paso de la fermentación.
- **Floral:** Aroma relacionado/derivado de flores como el jazmín, lavanda flor de naranja, etc.
- **Especias:** Aroma relacionado/derivado de la canela, pimienta y especias similares.
- **Nuez:** Aroma relacionado/derivado de distintos tipos de nueces.

#### DEFECTOS

- **Verde:** Aroma derivado/relacionado con la falta de fermentación.
- **Sobre fermentado:** Aroma derivado/relacionado con una sobre fermentación o fermentación no uniforme, asociado a la descomposición de las frutas.
- **Carne/cuero:** Aroma derivado/relacionado con las carnes curadas, jamón, grasa animal, cuero.
- **Humo:** Aroma derivado/relacionado a la contaminación de materia vegetal quemada, así como también notas del diésel quemado.
- **Moho:** Aroma derivado/relacionado con el crecimiento de moho, queso azul.

#### SABORES

- **Ácido:** Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de ácido cítrico y otros ácidos.
- **Salado:** Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de cloruro de sodio (sal).
- **Dulce:** Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de sacarosa y otros azúcares.
- **Amargo:** Sabor percibido en la lengua relacionado con la presencia de caféina o químico.

#### SENSACIÓN

- **Astringencia:** El efecto de secado bucal que potencia la producción de saliva.

Anexo 12. Análisis de muestras atributos

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Análisis de Licor de Cacao  
 Karla Marié Melgar Serrano



18 de julio de 2019

Análisis de muestras  
 Atributos

Nombre: \_\_\_\_\_

No. Panelista: \_\_\_\_\_

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

Descriptor/Atributo	No. Muestra			
<b>Aroma</b>				
Cocoa				
Banano				
Cítrico				
Fruta oxidada				
Floral				
Espicias				
Nuez				
<b>Defectos</b>				
Verde				
Sobre fermentado				
Carne/Cuero				
Humo				
Moho				
<b>Sabores</b>				
Acido				
Salado				
Dulce				
Amargo				
<b>Sensación</b>				
Astringencia				

Anexo 13. Master Sheet - Caracterización de muestras

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS**

**Fecha:** Jueves, 29 de agosto de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Caracterización de muestras

Muestras	Código	Descripción muestra
A	601	Verde
B	828	Fresh Fruit
C	784	Cocoa
D	520	Bolsa – Mezcla de licores
E	464	Cahabón (543)

Panelista	Orden de presentación					
	ABCDE	601	828	784	520	464
1	ABCDE	601	828	784	520	464
2	ABCED	601	828	784	464	520
3	ABDCE	601	828	520	784	464
4	ABDEC	601	828	520	464	784
5	ABECD	601	828	464	784	520
6	ABEDC	601	828	464	520	784
7	ACBDE	601	784	828	520	464
8	ACBED	601	784	828	464	520
9	ACDBE	601	784	520	828	464
10	ACDEB	601	784	520	464	828

## Anexo 14. Caracterización de muestras

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Análisis de Licor de Cacao  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



### Caracterización de muestras

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente de usted se le presentan 5 muestras, coloque en orden de presentación los códigos de las muestras debajo del título “**No. Muestra**”. Limpie su paladar antes de empezar la prueba, así como entre muestra y muestra, con galleta de soda y abundante agua. De izquierda a derecha, deguste cada una de las muestras colocando la intensidad del descriptor con base a la escala de 15 puntos.

Descriptor/Atributo	No. Muestra				
Ácido					
Salado					
Dulce					
Amargo					
Cocoa					
Banano					
Cítrico					
Fruta oxidada					
Floral					
Especias					
Nuez					
Verde					
Acético					
Sobre fermentado					
Carne/Cuero					
Humo					
Moho					
Astringencia					

Intensidad del Atributo en Escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

Anexo 15. Master Sheet – Validación de panel

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**VALIDACIÓN DE PANEL I**

**Fecha:** Lunes, 2 de septiembre de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Validación de Panel

Muestras	Código	Descripción muestra
A	149	CM
B	253	B
C	681	RD
D	492	CM
E	536	B
F	967	RD

Panelista	Orden de presentación						
1	ABCDEF	149	253	681	492	536	967
2	ABCDFE	149	253	681	492	967	536
3	ABCEDF	149	253	681	536	492	967
4	ABCEFD	149	253	681	536	967	492
5	ABCFDE	149	253	681	967	492	536
6	ABCFED	149	253	681	967	536	492
7	ABDCFE	149	253	492	681	967	536
8	ABDCEF	149	253	492	681	536	967
9	ABDEFC	149	253	492	536	967	681
10	ABDECF	149	253	492	536	681	967
11	ABDFEC	149	253	492	967	536	681

## Anexo 16. Validación de panel

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Análisis de Licor de Cacao  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



### Validación de Panel I

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Panelista: \_\_\_\_\_

Hora de entrada: \_\_\_\_\_

Hora de salida: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente de usted se le presentan 6 muestras, coloque en orden de presentación los códigos de las muestras debajo del título “**No. Muestra**”. Limpie su paladar antes de empezar la prueba, así como entre muestra y muestra, con galleta de soda y abundante agua. De izquierda a derecha, deguste cada una de las muestras colocando la intensidad del descriptor con base a la escala de 15 puntos. Cualquier duda empuje la ventana.

Descriptor/Atributo	No. Muestra					
Ácido						
Salado						
Dulce						
Amargo						
Cocoa						
Banano						
Cítrico						
Fruta oxidada						
Floral						
Espicias						
Nuez						
Verde						
Acético						
Sobre fermentado						
Carne/Cuero						
Humo						
Moho						
Astringencia						

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

\*\*Recuerda que aquí se muestran únicamente las anclas de la escala. Puede utilizar cualquier número, según se adapte, entre 0 y 15.



**Validación de Panel II**

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Panelista: \_\_\_\_\_

Hora de entrada: \_\_\_\_\_

Hora de salida: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente de usted se le presentan 4 muestras, coloque en orden de presentación los códigos de las muestras debajo del título “**No. Muestra**”. Limpie su paladar antes de empezar la prueba, así como entre muestra y muestra, con galleta de soda y abundante agua. De izquierda a derecha, deguste cada una de las muestras colocando la intensidad del descriptor con base a la escala de 15 puntos. Cualquier duda empuje la ventana.

Descriptor/Atributo	No. Muestra			
Ácido				
Salado				
Dulce				
Amargo				
Cocoa				
Banano				
Cítrico				
Fruta oxidada				
Floral				
Especias				
Nuez				
Verde				
Acético				
Sobre fermentado				
Carne/Cuero				
Humo				
Moho				
Astringencia				

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

\*\*Recuerda que aquí se muestran únicamente las anclas de la escala. Puede utilizar cualquier número, según se adapte, entre 0 y 15.

## Validación

29 de septiembre de 2019

```

setwd("C:/Users/DELL/Desktop")
## Warning: package 'agricolae' was built under R version 3.4.4

Licor <- read.csv("Validación.csv")
str(Licor)

## 'data.frame': 110 obs. of 21 variables:
## $ Nombre : Factor w/ 11 levels "Alvarez, MA",...: 1 1 1 1 1 1
## $ Panelista : Factor w/ 22 levels "10A","10B","11A",...: 15 15 1
## $ Muestra : Factor w/ 5 levels "Belize","CostadeMarfil",...: 2
## $ Ácido : int 0 0 0 0 0 2 2 0 6 0 ...
## $ Salado : int 2 0 0 0 0 0 2 0 2 2 ...
## $ Dulce : int 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 ...
## $ Amargo : int 8 8 5 8 5 5 4 10 4 10 ...
## $ Cocoa : int 6 0 4 6 4 8 3 5 4 5 ...
## $ Banano : int 0 0 0 2 0 2 0 0 0 0 ...
## $ Cítrico : int 0 0 0 4 0 6 7 0 10 2 ...
## $ Fruta.Oxidada : int 0 0 0 0 0 0 0 3 0 2 ...
## $ Floral : int 8 4 2 0 5 2 2 0 4 0 ...
## $ Especias : int 0 0 0 2 2 0 0 2 0 0 ...
## $ Nuez : int 4 0 0 2 4 4 0 4 0 0 ...
## $ Verde : int 10 2 8 3 8 4 4 5 4 0 ...
## $ Acético : int 0 3 2 0 2 0 2 2 2 2 ...
## $ Sobre.Fermentado: int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ Carne.Cuero : int 5 8 8 4 5 0 8 4 5 2 ...
## $ Humo : int 0 2 0 0 0 0 4 4 0 4 ...
## $ Moho : int 4 5 4 0 4 0 4 0 0 5 ...
## $ Astringencia : int 8 6 5 5 4 4 5 2 5 5 ...

summary(Ácido)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 4 180.3 45.08 20.239 2.7e-10 ***
## Nombre 10 326.2 32.62 14.647 3.1e-12 ***
## Muestra:Nombre 40 242.7 6.07 2.724 0.0780
## Residuals 55 122.5 2.23
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

acidezhsd

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV      MSD
##   2.227273 55 3.372727 44.24921 1.269083
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
##   Tukey Muestra 5      3.988545 0.05
##
## $means
##           Ácido      std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Belize          1.818182 2.322486 22 0 9 0.00 1.0 2.00
## CostadeMarfil    2.818182 2.403100 22 0 9 1.00 2.5 3.75
## Edgar            5.227273 2.389099 22 0 11 4.25 5.0 6.00
## Hammy            2.500000 2.464027 22 0 8 0.00 2.0 3.75
## RepublicaDominicana 4.500000 3.158511 22 0 10 2.00 4.5 7.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Ácido groups
## Edgar            5.227273 a
## RepublicaDominicana 4.500000 a
## CostadeMarfil    2.818182 b
## Hammy            2.500000 b
## Belize            1.818182 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Dulce)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      4  0.727  0.1818  0.571 0.6845
## Nombre      10  5.018  0.5018  1.577 0.1381
## Muestra:Nombre 40 22.073  0.5518  1.734 0.0891
## Residuals   55 17.500  0.3182
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Amargo)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      4 54.87 13.718 3.324 0.0165 *
## Nombre      10 277.89 27.789 6.733 9.85e-07 ***
## Muestra:Nombre 40 248.93 6.223 1.508 0.0784
## Residuals   55 227.00 4.127
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

amargohsd

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV      MSD
##   4.127273 55 5.709091 35.58481 1.727567
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
##   Tukey Muestra 5          3.988545 0.05
##
## $means
##               Amargo      std  r Min Max  Q25 Q50  Q75
## Belize          5.318182 2.032741 22  2 10 4.00 5.0 6.75
## CostadeMarfil    6.227273 2.580731 22  2 12 4.25 5.0 8.00
## Edgar            5.454545 2.703213 22  3 14 3.00 5.0 6.00
## Hammy            6.772727 3.531246 22  2 14 4.25 5.5 8.75
## RepublicaDominicana 4.772727 2.307995 22  2 10 3.00 4.5 6.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##               Amargo groups
## Hammy          6.772727      a
## CostadeMarfil  6.227273      ab
## Edgar          5.454545      ab
## Belize         5.318182      ab
## RepublicaDominicana 4.772727      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Cocoa)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## Muestra      4  131.6   32.90   9.423 7.11e-06 ***
## Nombre     10  304.5   30.45   8.722 2.35e-08 ***
## Muestra:Nombre 40  223.6    5.59   1.601  0.0624
## Residuals  55  192.0    3.49
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cocoahsd

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV      MSD
##   3.490909 55 3.145455 59.39992 1.588812
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
##   Tukey Muestra 5          3.988545 0.05

```

```

##
## $means
##           Cocoa      std  r Min Max  Q25 Q50  Q75
## Belize      2.272727 1.804276 22  0  6  0.25 2.0 3.75
## CostadeMarfil 4.772727 3.841277 22  0 14  2.00 5.0 6.75
## Edgar        4.000000 2.976095 22  0 10  2.00 3.5 5.75
## Hammy        2.863636 2.166750 22  0  6  0.50 3.0 4.75
## RepublicaDominicana 1.818182 1.651446 22  0  5  0.00 2.0 3.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Cocoa groups
## CostadeMarfil 4.772727  a
## Edgar          4.000000  ab
## Hammy          2.863636  bc
## Belize         2.272727  c
## RepublicaDominicana 1.818182  c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Banano)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      4  27.27   6.818   4.967 0.001721 **
## Nombre     10  94.02   9.402   6.849 7.82e-07 ***
## Muestra:Nombre 40 144.53   3.613   2.632 0.090464
## Residuals   55  75.50   1.373
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Bananohsd

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      1.372727 55 0.7727273 151.6233 0.9963119
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 5          3.988545 0.05
##
## $means
##           Banano      std  r Min Max  Q25 Q50  Q75
## Belize      0.81818182 1.5625487 22  0  5  0  0 0.75
## CostadeMarfil 0.63636364 1.4653280 22  0  6  0  0 0.00
## Edgar        1.63636364 2.8543276 22  0 12  0  0 2.00
## Hammy        0.68181818 1.4271638 22  0  5  0  0 0.00
## RepublicaDominicana 0.09090909 0.4264014 22  0  2  0  0 0.00

```

```

##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##                               Banano groups
## Edgar                        1.63636364      a
## Belize                       0.81818182      ab
## Hammy                         0.68181818      ab
## CostadeMarfil                 0.63636364      b
## RepublicaDominicana          0.09090909      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Cítrico)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      4  197.7   49.42  17.481 2.61e-09 ***
## Nombre     10  238.4   23.84   8.432 3.93e-08 ***
## Muestra:Nombre 40 383.5    9.59   3.391 0.9427
## Residuals  55  155.5    2.83
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cítrichsd

## $statistics
##      MSError Df Mean      CV      MSD
## 2.827273 55 1.7 98.9088 1.429839
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 5          3.988545 0.05
##
## $means
##                               Cítrico      std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Belize                       0.8636364 2.122340 22  0  7  0 0.0 0.00
## CostadeMarfil                 1.0454545 2.339664 22  0 10  0 0.0 0.75
## Edgar                         4.0909091 4.308453 22  0 12  0 2.5 7.50
## Hammy                         0.3181818 1.041353 22  0  4  0 0.0 0.00
## RepublicaDominicana          2.1818182 2.719180 22  0  8  0 1.0 4.50
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##                               Cítrico groups
## Edgar                        4.0909091      a
## RepublicaDominicana          2.1818182      b
## CostadeMarfil                 1.0454545      bc

```

```

## Belize          0.8636364      bc
## Hammy           0.3181818      c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Fruta.Oxidada)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Nombre      10 196.07  19.607   7.165 4.2e-07 ***
## Muestra       4   8.67   2.168   0.792 0.535
## Nombre:Muestra 40 135.93   3.398   1.242 0.226
## Residuals    55 150.50   2.736
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Floral)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra       4  15.31   3.827   0.872 0.487
## Nombre      10 268.22  26.822   6.108 3.52e-06 ***
## Muestra:Nombre 40 190.69   4.767   1.086 0.384
## Residuals    55 241.50   4.391
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Especias)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra       4   25.6   6.400   3.115 0.022132 *
## Nombre      10 142.5  14.247   6.935 6.6e-07 ***
## Muestra:Nombre 40 213.8   5.345   2.602 0.000533 ***
## Residuals    55  113.0   2.055
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Nuez)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra       4  27.22   6.805   2.189 0.0822 .
## Nombre      10 219.07  21.907   7.046 5.3e-07 ***
## Muestra:Nombre 40  94.38   2.360   0.759 0.8186
## Residuals    55 171.00   3.109
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

nuezhsd

## $statistics
##   MSerror Df Mean CV MSD
## 3.109091 55 1.854545 95.07782 1.499408
##

```

```

## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 5 3.988545 0.05
##
## $means
## Nuez std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Belize 2.000000 2.267787 22 0 8 0.00 2.0 3
## CostadeMarfil 2.590909 2.085302 22 0 7 0.25 3.0 4
## Edgar 2.000000 2.410295 22 0 7 0.00 0.5 4
## Hammy 1.090909 1.630340 22 0 5 0.00 0.0 2
## RepublicaDominicana 1.590909 2.260617 22 0 8 0.00 0.0 3
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Nuez groups
## CostadeMarfil 2.590909 a
## Belize 2.000000 ab
## Edgar 2.000000 ab
## RepublicaDominicana 1.590909 ab
## Hammy 1.090909 b
##
## attr("class")
## [1] "group"

summary(Verde)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 4 31.5 7.88 1.880 0.1270
## Nombre 10 396.8 39.68 9.468 6.46e-09 ***
## Muestra:Nombre 40 278.3 6.96 1.660 0.0605
## Residuals 55 230.5 4.19
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Acético)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 4 49.36 12.341 2.433 0.06819
## Nombre 10 142.16 14.216 2.803 0.00706 **
## Muestra:Nombre 40 205.84 5.146 1.014 0.47448
## Residuals 55 279.00 5.073
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Sobre.Fermentado)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 4 20.15 5.036 1.634 0.179
## Nombre 10 154.85 15.485 5.025 3.64e-05 ***

```

```

## Muestra:Nombre 40 212.05 5.301 1.720 0.711
## Residuals 55 169.50 3.082
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Carne.cuero)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 4 320.3 80.07 16.840 4.55e-09 ***
## Nombre 10 195.7 19.57 4.115 0.000293 ***
## Muestra:Nombre 40 225.5 5.64 1.186 0.276013
## Residuals 55 261.5 4.75
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

carnehsd

## $statistics
## MSerror Df Mean CV MSD
## 4.754545 55 2.136364 102.0656 1.854205
##
## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 5 3.988545 0.05
##
## $means
## Carne.Cuero std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Belize 1.5000000 2.385472 22 0 8 0 0 2.00
## CostadeMarfil 2.0909091 2.926221 22 0 10 0 0 3.75
## Edgar 0.6363636 1.292670 22 0 5 0 0 0.75
## Hammy 5.4090909 3.554462 22 0 13 4 5 7.00
## RepublicaDominicana 1.0454545 1.987515 22 0 8 0 0 1.75
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Carne.Cuero groups
## Hammy 5.4090909 a
## CostadeMarfil 2.0909091 b
## Belize 1.5000000 b
## RepublicaDominicana 1.0454545 b
## Edgar 0.6363636 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

```

summary(Humo)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra         4  18.73   4.682   2.407 0.060393 .
## Nombre         10  73.49   7.349   3.778 0.000652 ***
## Muestra:Nombre 40 147.87   3.697   1.900 0.313663
## Residuals      55 107.00   1.945
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Moho)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra         4  68.05  17.014   3.907 0.0073 **
## Nombre         10  47.49   4.749   1.091 0.3854
## Muestra:Nombre 40 183.15   4.579   1.051 0.4264
## Residuals      55 239.50   4.355
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

mohohsd

## $statistics
##      MSError Df      Mean      CV      MSD
## 4.354545 55 1.609091 129.6853 1.774494
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 5          3.988545 0.05
##
## $means
##              Moho      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Belize          1.6363636 1.989148 22  0  6  0 0.5 3.0
## CostadeMarfil    0.7727273 1.411916 22  0  5  0 0.0 1.0
## Edgar            0.6818182 1.210524 22  0  4  0 0.0 1.5
## Hammy            2.5909091 2.218088 22  0  7  0 2.5 4.0
## RepublicaDominicana 2.3636364 3.170481 22  0 13  0 1.0 4.0
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##              Moho groups
## Hammy          2.5909091      a
## RepublicaDominicana 2.3636364      ab
## Belize          1.6363636      ab
## CostadeMarfil    0.7727273      b
## Edgar            0.6818182      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

```
summary(Astringencia)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra      4   34.4    8.600    1.911    0.122
## Nombre     10  219.2   21.922    4.872 5.13e-05 ***
## Muestra:Nombre 40  146.6    3.665    0.814    0.750
## Residuals   55  247.5    4.500
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 18. Master Sheet – Evaluación de muestras

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**EVALUACIÓN DE MUESTRAS I**

**Fecha:** Viernes, 20 de septiembre de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Evaluación de muestras

Muestras	Código	Descripción muestra
A	821	Árbol Elite Cacao Cahabón
B	098	Asorsenor Mx 5
C	543	Árbol Elite Cahabón Mx 27

Panelista	Orden de presentación			
1	ABC	821	098	543
2	ACB	821	543	098
3	BAC	098	821	543
4	BCA	098	543	821
5	CAB	543	821	098
6	CBA	543	098	821
7	ABC	821	098	543
8	ACB	821	543	098
9	BAC	098	821	543
10	BCA	098	543	821
11	CAB	543	821	098



**MASTER SHEET**  
**EVALUACIÓN DE MUESTRAS I**

**Fecha:** Viernes, 20 de septiembre de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Evaluación de muestras

Muestras	Código	Descripción muestra
A	721	Árbol Elite Cahabón Mx 27
B	502	Árbol Elite Cacao Cahabón
C	325	Asorsenor Mx 5

Panelista	Orden de presentación			
1	ABC	721	502	325
2	ACB	721	325	502
3	BAC	502	721	325
4	BCA	502	325	721
5	CAB	325	721	502
6	CBA	325	502	721
7	ABC	721	502	325
8	ACB	721	325	502
9	BAC	502	721	325
10	BCA	502	325	721
11	CAB	325	721	502

Análisis Sensorial de Alimentos  
Karla Marié Melgar Serrano  
Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**EVALUACIÓN DE MUESTRAS II**

**Fecha:** Viernes, 20 de septiembre de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Evaluación de muestras

Muestras	Código	Descripción muestra
A	392	Lachua Mx 1
B	237	Polochic Mx 2
C	676	Cahabón Mx 3

Panelista	Orden de presentación			
	ABC	392	237	676
1	ABC	392	237	676
2	ACB	392	676	237
3	BAC	237	392	676
4	BCA	237	676	392
5	CAB	676	392	237
6	CBA	676	237	392
7	ABC	392	237	676
8	ACB	392	676	237
9	BAC	237	392	676
10	BCA	237	676	392
11	CAB	676	392	237

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



**MASTER SHEET**  
**EVALUACIÓN DE MUESTRAS II**

**Fecha:** Viernes, 20 de septiembre de 2019

**Producto:** Muestras de licor de cacao

**Tipo de prueba:** Evaluación de muestras

Muestras	Código	Descripción muestra
A	541	Cahabón Mx 3
B	946	Lachua Mx 1
C	829	Polochic Mx 2

Panelista	Orden de presentación			
	ABC	541	946	829
1	ABC	541	946	829
2	ACB	541	829	946
3	BAC	946	541	829
4	BCA	946	829	541
5	CAB	829	541	946
6	CBA	829	946	541
7	ABC	541	946	829
8	ACB	541	829	946
9	BAC	946	541	829
10	BCA	946	829	541
11	CAB	829	541	946

## Anexo 19. Evaluación de muestras

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Análisis de Licor de Cacao  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



### Evaluación de muestras I

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Panelista: \_\_\_\_\_

Hora de entrada: \_\_\_\_\_

Hora de salida: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente de usted se le presentan 6 muestras, coloque en orden de presentación los códigos de las muestras debajo del título “**No. Muestra**”. Limpie su paladar antes de empezar la prueba, así como entre muestra y muestra, con galleta de soda y abundante agua. De izquierda a derecha, deguste cada una de las muestras colocando la intensidad del descriptor con base a la escala de 15 puntos. Cualquier duda empuje la ventana.

Descriptor/Atributo	No. Muestra					
Ácido						
Salado						
Dulce						
Amargo						
Cocoa						
Banano						
Cítrico						
Fruta oxidada						
Floral						
Especias						
Nuez						
Verde						
Acético						
Sobre fermentado						
Carne/Cuero						
Humo						
Moho						
Astringencia						

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

\*\*Recuerda que aquí se muestran únicamente las anclas de la escala. Puede utilizar cualquier número, según se adapte, entre 0 y 15.

Análisis Sensorial de Alimentos  
 Análisis de Licor de Cacao  
 Karla Marié Melgar Serrano  
 Trabajo de Graduación



### Evaluación de muestras II

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Panelista: \_\_\_\_\_

Hora de entrada: \_\_\_\_\_

Hora de salida: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente de usted se le presentan 6 muestras, coloque en orden de presentación los códigos de las muestras debajo del título “**No. Muestra**”. Limpie su paladar antes de empezar la prueba, así como entre muestra y muestra, con galleta de soda y abundante agua. De izquierda a derecha, deguste cada una de las muestras colocando la intensidad del descriptor con base a la escala de 15 puntos. Cualquier duda empuje la ventana.

Descriptor/Atributo	No. Muestra					
Ácido						
Salado						
Dulce						
Amargo						
Cocoa						
Banano						
Cítrico						
Fruta oxidada						
Floral						
Espicias						
Nuez						
Verde						
Acético						
Sobre fermentado						
Carne/Cuero						
Humo						
Moho						
Astringencia						

Intensidad del atributo en escala	Significado
0	No existente
2	Apenas detectable
5	Moderado
10	Fuerte
15	Extremo

\*\*Recuerda que aquí se muestran únicamente las anclas de la escala. Puede utilizar cualquier número, según se adapte, entre 0 y 15.

## Licores. Todos los datos.

Karla Melgar

1 de octubre de 2019

```
setwd("C:/Users/DELL/Desktop")

str(Licor)

## 'data.frame': 140 obs. of 20 variables:
## $ Nombre : Factor w/ 12 levels "Alvarez, MA",...: 1 1 2 2 3 3
4 4 5 5 ...
## $ Muestra : Factor w/ 7 levels "Ademayach, Cahabón",...: 1 1 1
1 1 1 1 1 1 ...
## $ Ácido : int 0 0 3 2 4 2 1 1 0 1 ...
## $ Salado : int 0 0 2 0 0 0 1 0 5 3 ...
## $ Dulce : int 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 ...
## $ Amargo : int 2 2 0 4 6 10 1 6 0 1 ...
## $ Cocoa : int 2 3 0 0 0 0 2 0 2 1 ...
## $ Banano : int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ Cítrico : int 0 0 4 3 3 0 0 0 10 5 ...
## $ Fruta.Oxidada : int 4 0 0 4 0 4 0 0 0 2 ...
## $ Floral : int 0 0 7 0 4 0 0 7 2 2 ...
## $ Especias : int 0 0 2 5 8 10 0 1 5 2 ...
## $ Nuez : int 2 2 0 2 10 10 10 2 2 6 ...
## $ Verde : int 0 2 4 2 0 0 5 10 0 3 ...
## $ Acético : int 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
## $ Sobre.Fermentado: int 5 0 0 2 0 0 0 0 0 0 ...
## $ Carne.Cuero : int 0 5 0 0 0 0 0 0 7 8 ...
## $ Humo : int 7 5 0 0 2 2 0 3 1 0 ...
## $ Moho : int 2 2 0 0 1 0 2 0 0 0 ...
## $ Astringencia : int 0 0 0 0 0 0 0 0 5 3 ...

summary(Ácido)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 6 229.1 38.18 11.748 4.56e-09 ***
## Nombre 11 434.3 39.48 12.148 2.24e-12 ***
## Muestra:Nombre 52 301.6 5.80 1.785 0.062
## Residuals 70 227.5 3.25
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

acidezhsd

## $statistics
## MSerror Df Mean CV MSD
## 3.25 70 3.321429 54.27712 1.730628
```

```

##
## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7 4.293159 0.05
##
## $means
## Ácido std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 0.90 1.209611 20 0 4 0.00 0.0 2.00
## Apodip, Cahabón 3.35 2.183069 20 0 7 2.00 3.0 5.00
## Apodip, Polochic 5.55 3.776311 20 1 15 3.00 5.0 6.25
## Asodirp, Lachuá 3.65 2.680829 20 0 10 2.00 3.0 5.00
## Asolsenor, Lachuá 3.20 2.462348 20 0 8 1.75 3.0 5.00
## Katbalpom, Lachuá 2.80 2.566997 20 0 10 0.00 2.5 4.00
## Polochic II 3.80 3.221637 20 0 10 1.75 3.0 6.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Ácido groups
## Apodip, Polochic 5.55 a
## Polochic II 3.80 b
## Asodirp, Lachuá 3.65 b
## Apodip, Cahabón 3.35 b
## Asolsenor, Lachuá 3.20 b
## Katbalpom, Lachuá 2.80 b
## Ademayach, Cahabón 0.90 c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Dulce)
## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 6 47.67 7.945 4.635 0.000509 ***
## Nombre 11 49.25 4.477 2.612 0.007559 **
## Muestra:Nombre 52 116.05 2.232 1.302 0.150927
## Residuals 70 120.00 1.714
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

dulcehsd
## $statistics
## MSerror Df Mean CV MSD
## 1.714286 70 0.5142857 254.5875 1.256908
##
## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7 4.293159 0.05

```

```

##
## $means
##
## Dulce      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 0.50 1.3178931 20 0 5 0 0 0.00
## Apodip, Cahabón 0.80 2.6872016 20 0 12 0 0 0.00
## Apodip, Polochic 0.30 0.9787210 20 0 4 0 0 0.00
## Asodirp, Lachuá 0.05 0.2236068 20 0 1 0 0 0.00
## Asolsenor, Lachuá 0.05 0.2236068 20 0 1 0 0 0.00
## Katbalpom, Lachuá 1.80 2.1908902 20 0 8 0 2 2.25
## Polochic II 0.10 0.4472136 20 0 2 0 0 0.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
## Dulce groups
## Katbalpom, Lachuá 1.80 a
## Apodip, Cahabón 0.80 ab
## Ademayach, Cahabón 0.50 b
## Apodip, Polochic 0.30 b
## Polochic II 0.10 b
## Asodirp, Lachuá 0.05 b
## Asolsenor, Lachuá 0.05 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Amargo)

## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra 6 236.8 39.47 6.23 2.8e-05 ***
## Nombre 11 533.9 48.53 7.66 1.7e-08 ***
## Muestra:Nombre 52 332.8 6.40 1.01 0.48
## Residuals 70 443.5 6.34
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

amargohsd

## $statistics
## MSerror Df Mean CV MSD
## 6.335714 70 5.007143 50.26988 2.41635
##
## $parameters
## test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7 4.293159 0.05
##
## $means
## Amargo      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 3.90 2.573141 20 0 10 2.00 4.0 6.00
## Apodip, Cahabón 5.85 3.558163 20 0 14 3.75 6.5 8.00

```

```

## Apodip, Polochic      5.50 3.980214 20    0 13 2.00 5.5 8.00
## Asodirp, Lachuá     6.10 3.522858 20    2 15 3.75 5.0 8.25
## Asolsenor, Lachuá   5.40 3.185493 20    1 12 3.00 4.0 8.25
## Katbalpom, Lachuá   2.30 1.625455 20    0  6 1.00 2.0 3.00
## Polochic II         6.00 2.937955 20    0 12 4.75 5.5 7.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##                               Amargo groups
## Asodirp, Lachuá             6.10      a
## Polochic II                 6.00      a
## Apodip, Cahabón             5.85      a
## Apodip, Polochic            5.50      a
## Asolsenor, Lachuá           5.40      a
## Ademayach, Cahabón          3.90     ab
## Katbalpom, Lachuá           2.30      b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Cocoa)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra         6  147.8   24.63   8.391 7.30e-07 ***
## Nombre         11  383.8   34.89  11.885 3.58e-12 ***
## Muestra:Nombre  52  255.5    4.91   1.674  0.0823
## Residuals      70  205.5    2.94
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cocoahsd

## $statistics
##      MSerror Df Mean      CV      MSD
##      2.935714 70 2.55 67.19187 1.644822
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7      4.293159 0.05
##
## $means
##                               Cocoa      std  r Min Max  Q25 Q50  Q75
## Ademayach, Cahabón          1.45 1.820208 20    0  6 0.00 0.5 2.25
## Apodip, Cahabón             1.90 1.997367 20    0  5 0.00 2.0 4.00
## Apodip, Polochic            2.20 2.261811 20    0  6 0.00 1.5 5.00
## Asodirp, Lachuá             1.55 1.904980 20    0  6 0.00 1.0 2.25
## Asolsenor, Lachuá           4.30 2.957595 20    0 10 3.00 3.5 6.25
## Katbalpom, Lachuá           3.80 3.205259 20    0 10 1.75 3.0 6.25
## Polochic II                 2.65 3.065513 20    0 10 0.00 2.0 4.00

```

```

##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##          Cocoa groups
## Asolsenor, Lachuá  4.30    a
## Katbalpom, Lachuá  3.80   ab
## Polochic II        2.65   bc
## Apodip, Polochic   2.20   bc
## Apodip, Cahabón    1.90    c
## Asodirp, Lachuá    1.55    c
## Ademayach, Cahabón 1.45    c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Banano)

##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      6  68.59  11.431   4.864 0.000332 ***
## Nombre     11 143.37  13.033   5.546 2.63e-06 ***
## Muestra:Nombre 52 286.48   5.509   2.344 0.0641
## Residuals   70 164.50   2.350
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

bananohsd

## $statistics
##   MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      2.35 70 0.9785714 156.654 1.471621
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra  7          4.293159 0.05
##
## $means
##          Banano      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón  0.00 0.000000 20  0  0  0 0.0 0.00
## Apodip, Cahabón     0.60 2.257152 20  0 10  0 0.0 0.00
## Apodip, Polochic    1.55 2.928535 20  0 10  0 0.0 2.25
## Asodirp, Lachuá     0.85 1.926956 20  0  8  0 0.0 0.50
## Asolsenor, Lachuá   0.75 1.712954 20  0  7  0 0.0 0.25
## Katbalpom, Lachuá   2.35 2.924938 20  0  8  0 1.5 3.50
## Polochic II         0.75 1.551739 20  0  6  0 0.0 0.50
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups

```

```

##                               Banano groups
## Katbalpom, Lachuá           2.35      a
## Apodip, Polochic            1.55      ab
## Asodirp, Lachuá            0.85      bc
## Asolsenor, Lachuá          0.75      bc
## Polochic II                 0.75      bc
## Apodip, Cahabón            0.60      bc
## Ademayach, Cahabón         0.00      c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Cítrico)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## Muestra      6   74.6  12.433   3.309 0.006323 **
## Nombre     11  131.5  11.958   3.183 0.001514 **
## Muestra:Nombre 52 458.5   8.817   2.347 0.090461
## Residuals   70  263.0   3.757
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cítricohsd

## $statistics
##      MSerror Df Mean      CV      MSD
## 3.757143 70 1.6 121.1459 1.860762
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Cítrico      std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 1.35 2.580800 20 0 10 0 0.0 2.25
## Apodip, Cahabón    1.70 2.250146 20 0 7 0 0.5 3.00
## Apodip, Polochic   1.95 2.665076 20 0 10 0 0.5 4.00
## Asodirp, Lachuá   0.75 1.831738 20 0 7 0 0.0 0.00
## Asolsenor, Lachuá 1.20 1.735087 20 0 6 0 0.0 2.00
## Katbalpom, Lachuá 3.15 4.016741 20 0 12 0 0.5 5.75
## Polochic II        1.10 1.889026 20 0 6 0 0.0 1.25
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Cítrico groups
## Katbalpom, Lachuá 3.15      a
## Apodip, Polochic  1.95      ab
## Apodip, Cahabón  1.70      ab

```

```

## Ademayach, Cahabón    1.35    ab
## Asolsenor, Lachuá    1.20     b
## Polochic II          1.10     b
## Asodirp, Lachuá     0.75     b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Fruta.Oxidada)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## Nombre      11  133.0   12.09   3.503 0.000617 ***
## Muestra       6  114.8   19.13   5.544 9.56e-05 ***
## Nombre:Muestra 52  380.6    7.32   2.122 0.0716
## Residuals    70   241.5    3.45
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

frutaoxhsd

## $statistics
##   MSerror Df Mean      CV      MSD
##      3.45 70 1.85 100.4009 1.783083
##
## $parameters
##   test name.t ntr StudentizedRange alpha
##   Tukey Muestra 7      4.293159 0.05
##
## $means
##           Fruta.Oxidada      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón      1.30 2.054520 20  0  7 0.0  0 2.25
## Apodip, Cahabón         0.90 1.682730 20  0  5 0.0  0 0.50
## Apodip, Polochic        2.60 2.683282 20  0  9 0.0  3 4.25
## Asodirp, Lachuá        1.30 2.178846 20  0  7 0.0  0 2.25
## Asolsenor, Lachuá      1.65 2.300458 20  0  6 0.0  0 3.25
## Katbalpom, Lachuá      3.70 3.180533 20  0 10 1.5  3 6.00
## Polochic II            1.50 2.328315 20  0  7 0.0  0 3.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Fruta.Oxidada groups
## Katbalpom, Lachuá      3.70    a
## Apodip, Polochic       2.60   ab
## Asolsenor, Lachuá     1.65    b
## Polochic II           1.50    b
## Ademayach, Cahabón    1.30    b
## Asodirp, Lachuá      1.30    b
## Apodip, Cahabón       0.90    b
##

```

```

## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Floral)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      6   13.9   2.324   0.545 0.77222
## Nombre     11  150.8  13.712   3.215 0.00138 **
## Muestra:Nombre 52  380.5   7.318   1.716 0.07164
## Residuals   70  298.5   4.264
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

summary(Especias)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      6  142.3  23.712   7.093 6.29e-06 ***
## Nombre     11  151.4  13.768   4.119 0.000113 ***
## Muestra:Nombre 52  210.4   4.047   1.211 0.226306
## Residuals   70  234.0   3.343
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

especiashsd

## $statistics
##      MSError Df      Mean      CV      MSD
## 3.342857 70 1.685714 108.4613 1.755177
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Especies      std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 3.80 3.221637 20 0 10 0.75 4 5.50
## Apodip, Cahabón 0.90 1.209611 20 0 4 0.00 0 2.00
## Apodip, Polochic 0.85 1.460894 20 0 4 0.00 0 1.25
## Asodirp, Lachuá 1.00 1.486784 20 0 5 0.00 0 2.00
## Asolsenor, Lachuá 1.10 1.333772 20 0 4 0.00 0 2.00
## Katbalpom, Lachuá 2.40 2.817240 20 0 9 0.00 2 3.50
## Polochic II 1.75 2.336777 20 0 8 0.00 0 3.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Especies groups
## Ademayach, Cahabón 3.80 a
## Katbalpom, Lachuá 2.40 ab
## Polochic II 1.75 b

```

```

## Asolsenor, Lachuá      1.10    b
## Asodirp, Lachuá       1.00    b
## Apodip, Cahabón       0.90    b
## Apodip, Polochic      0.85    b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Nuez)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## Muestra      6  106.7   17.78   3.551 0.00397 **
## Nombre     11  582.5   52.96  10.577 4.04e-11 ***
## Muestra:Nombre 52 387.2    7.45   1.487 0.06067 .
## Residuals   70  350.5    5.01
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

nuezhsd

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      5.007143 70 3.478571 64.32711 2.148112
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Nuez      std  r Min Max  Q25 Q50  Q75
## Ademayach, Cahabón 5.40 4.109040 20  0 15 2.00 6.0 8.00
## Apodip, Cahabón    2.75 2.653201 20  0 10 0.75 2.0 4.00
## Apodip, Polochic   2.60 3.118704 20  0 10 0.00 1.0 5.00
## Asodirp, Lachuá   3.05 2.999561 20  0  8 0.00 2.5 5.25
## Asolsenor, Lachuá 3.20 2.546411 20  0  8 0.75 3.0 5.00
## Katbalpom, Lachuá 3.70 2.957595 20  0 12 2.00 3.5 5.00
## Polochic II       3.65 3.407036 20  0 13 1.50 3.5 5.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Nuez groups
## Ademayach, Cahabón 5.40    a
## Katbalpom, Lachuá  3.70   ab
## Polochic II        3.65   ab
## Asolsenor, Lachuá  3.20    b
## Asodirp, Lachuá   3.05    b
## Apodip, Cahabón   2.75    b
## Apodip, Polochic  2.60    b

```

```

##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Verde)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## Muestra      6   70.2  11.698   3.552 0.003963 **
## Nombre     11  122.9  11.175   3.394 0.000838 ***
## Muestra:Nombre 52  395.3   7.602   2.309 0.575
## Residuals   70  230.5   3.293
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

verdehsd

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      3.292857 70 1.978571 91.7138 1.742001
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Verde      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 3.45 3.575869 20  0 12  0 3.0 4.25
## Apodip, Cahabón   1.70 1.866604 20  0  6  0 1.5 3.00
## Apodip, Polochic  1.75 2.022895 20  0  7  0 1.5 3.00
## Asodirp, Lachuá   1.85 1.954078 20  0  5  0 1.5 4.00
## Asolsenor, Lachuá 1.25 1.802776 20  0  7  0 0.0 2.00
## Katbalpom, Lachuá 1.35 1.980829 20  0  6  0 0.0 2.25
## Polochic II       2.50 2.837716 20  0 10  0 2.5 4.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Verde groups
## Ademayach, Cahabón 3.45 a
## Polochic II       2.50 ab
## Asodirp, Lachuá   1.85 ab
## Apodip, Polochic  1.75 ab
## Apodip, Cahabón   1.70 b
## Katbalpom, Lachuá 1.35 b
## Asolsenor, Lachuá 1.25 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

```

summary(Acético)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra      6  179.8   29.964   10.435 3.07e-08 ***
## Nombre     11  261.0   23.730    8.264 4.48e-09 ***
## Muestra:Nombre 52  191.1    3.674    1.280  0.167
## Residuals   70  201.0    2.871
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

acéticohsd

## $statistics
##      MSError Df      Mean      CV      MSD
##      2.871429 70 1.471429 115.1622 1.626713
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Acético      std  r Min Max  Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón  0.15 0.6708204 20  0  3 0.00  0 0.0
## Apodip, Cahabón    1.35 2.2774640 20  0  8 0.00  0 2.0
## Apodip, Polochic   4.00 3.6562851 20  0 12 1.75  4 5.0
## Asodirp, Lachuá    1.20 1.9084301 20  0  6 0.00  0 2.0
## Asolsenor, Lachuá  1.80 2.2849623 20  0  8 0.00  1 3.0
## Katbalpom, Lachuá  0.90 1.7441632 20  0  5 0.00  0 0.5
## Polochic II        0.90 1.8609562 20  0  7 0.00  0 0.5
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Acético groups
## Apodip, Polochic   4.00    a
## Asolsenor, Lachuá  1.80    b
## Apodip, Cahabón   1.35   bc
## Asodirp, Lachuá   1.20   bc
## Katbalpom, Lachuá  0.90   bc
## Polochic II        0.90   bc
## Ademayach, Cahabón 0.15    c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

```
summary(Sobre.Fermentado)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra      6   15.2   2.540    0.872     0.52
## Nombre     11  259.0  23.543   8.079 6.72e-09 ***
## Muestra:Nombre 52  484.9   9.325   3.200 0.3546
## Residuals   70  204.0   2.914
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
summary(Carne.cuero)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra      6   71.2  11.862   4.131 0.001314 **
## Nombre     11  207.0  18.815   6.552 2.21e-07 ***
## Muestra:Nombre 52  360.8   6.939   2.417 0.306
## Residuals   70  201.0   2.871
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
carnehds
```

```
## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
##      2.871429 70 1.414286 119.8152 1.626713
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Carne.Cuero      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón      2.70 3.9081561 20  0 10  0 0.0 6.25
## Apodip, Cahabón        1.25 1.6819475 20  0  5  0 0.0 2.00
## Apodip, Polochic       1.30 2.4730122 20  0 10  0 0.0 2.00
## Asodirp, Lachuá        1.65 2.6011131 20  0  8  0 0.0 3.00
## Asolsenor, Lachuá       0.90 1.7137217 20  0  5  0 0.0 0.50
## Katbalpom, Lachuá       0.25 0.7863975 20  0  3  0 0.0 0.00
## Polochic II            1.85 2.4338620 20  0  8  0 0.5 3.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Carne.Cuero groups
## Ademayach, Cahabón      2.70  a
## Polochic II             1.85  ab
## Asodirp, Lachuá         1.65  ab
## Apodip, Polochic        1.30  ab
```

```

## Apodip, Cahabón          1.25    ab
## Asolsenor, Lachuá       0.90     b
## Katbalpom, Lachuá      0.25     b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Humo)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      6  171.7  28.624  10.436 3.06e-08 ***
## Nombre     11  339.5  30.864  11.253 1.13e-11 ***
## Muestra:Nombre 52  526.9  10.133   3.694 0.257
## Residuals   70  192.0   2.743
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

humohsd

## $statistics
##      MSError Df      Mean      CV      MSD
##      2.742857 70 2.357143 70.26122 1.589877
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
##      Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Humo      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 3.30 3.113637 20  0  8  0 2.5 6.00
## Apodip, Cahabón    1.75 2.336777 20  0  8  0 0.0 3.00
## Apodip, Polochic  0.85 1.531253 20  0  5  0 0.0 1.25
## Asodirp, Lachuá   4.10 4.447353 20  0 15  0 3.5 6.00
## Asolsenor, Lachuá 1.90 2.425739 20  0  7  0 0.0 4.00
## Katbalpom, Lachuá 1.35 1.496487 20  0  5  0 1.5 2.00
## Polochic II       3.25 3.209771 20  0 12  0 3.0 4.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Humo groups
## Asodirp, Lachuá 4.10    a
## Ademayach, Cahabón 3.30   ab
## Polochic II     3.25   ab
## Asolsenor, Lachuá 1.90   bc
## Apodip, Cahabón 1.75   bc
## Katbalpom, Lachuá 1.35    c
## Apodip, Polochic 0.85    c
##

```

```

## attr(,"class")
## [1] "group"

summary(Moho)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Muestra      6  30.97   5.162   3.198 0.00784 **
## Nombre     11 129.10  11.737   7.271 4.11e-08 ***
## Muestra:Nombre 52 255.90   4.921   3.048 0.8216
## Residuals   70 113.00   1.614
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

mohohsd

## $statistics
##      MSerror Df      Mean      CV      MSD
## 1.614286 70 1.085714 117.0239 1.219698
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7          4.293159 0.05
##
## $means
##           Moho      std  r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón 0.90 1.744163 20 0 6 0 0.0 1.25
## Apodip, Cahabón    2.15 2.870448 20 0 8 0 0.5 3.50
## Apodip, Polochic  1.15 2.058998 20 0 7 0 0.0 2.00
## Asodirp, Lachuá   0.80 1.196486 20 0 3 0 0.0 2.00
## Asolsenor, Lachuá 1.15 1.785173 20 0 5 0 0.0 2.25
## Katbalpom, Lachuá 0.85 1.954078 20 0 7 0 0.0 0.00
## Polochic II       0.60 1.500877 20 0 5 0 0.0 0.00
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Moho groups
## Apodip, Cahabón 2.15 a
## Apodip, Polochic 1.15 ab
## Asolsenor, Lachuá 1.15 ab
## Ademayach, Cahabón 0.90 b
## Katbalpom, Lachuá 0.85 b
## Asodirp, Lachuá 0.80 b
## Polochic II 0.60 b
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

```

summary(Astringencia)

##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Muestra      6   54.2    9.033    4.391 0.000804 ***
## Nombre     11  327.9   29.808   14.490 4.44e-14 ***
## Muestra:Nombre 52  225.5    4.337    2.108 0.8158
## Residuals   70  144.0    2.057
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

astringenciahsd

## $statistics
##      MSError Df Mean      CV      MSD
## 2.057143 70 2.4 59.76143 1.376874
##
## $parameters
##      test name.t ntr StudentizedRange alpha
## Tukey Muestra 7 4.293159 0.05
##
## $means
##           Astringencia      std r Min Max Q25 Q50 Q75
## Ademayach, Cahabón      1.45 1.932411 20 0 6 0.00 0.0 3.00
## Apodip, Cahabón          2.90 2.381950 20 0 7 1.00 2.0 5.00
## Apodip, Polochic         2.70 2.408319 20 0 8 0.75 2.5 3.25
## Asodirp, Lachuá          3.20 2.041671 20 0 6 1.75 3.0 5.00
## Asolsenor, Lachuá        1.95 2.012461 20 0 6 0.00 1.5 3.25
## Katbalpom, Lachuá        1.75 1.996708 20 0 6 0.00 1.5 3.00
## Polochic II              2.85 3.048295 20 0 10 0.00 2.5 4.25
##
## $comparison
## NULL
##
## $groups
##           Astringencia groups
## Asodirp, Lachuá          3.20 a
## Apodip, Cahabón          2.90 ab
## Polochic II              2.85 ab
## Apodip, Polochic         2.70 abc
## Asolsenor, Lachuá        1.95 abc
## Katbalpom, Lachuá        1.75 bc
## Ademayach, Cahabón       1.45 c
##
## attr(,"class")
## [1] "group"

```

Anexo 21. Imágenes del proceso de reclutamiento, entrenamiento y evaluación de muestras

Figura 9. Preparación de muestras prueba de coincidencia de aromas

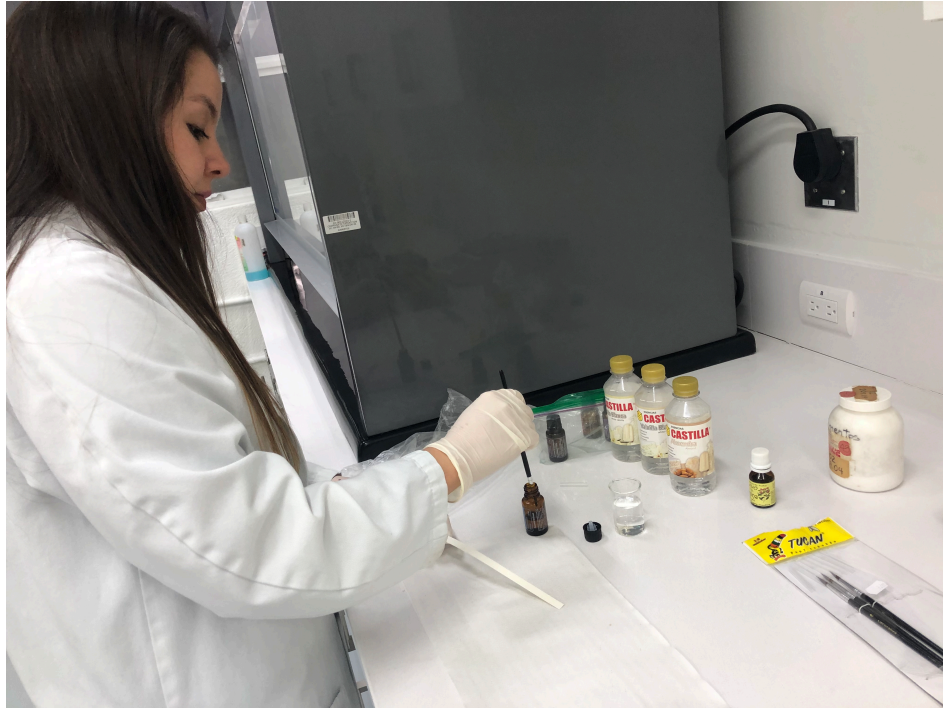


Figura 10. Preparación de muestras prueba de coincidencia de aromas

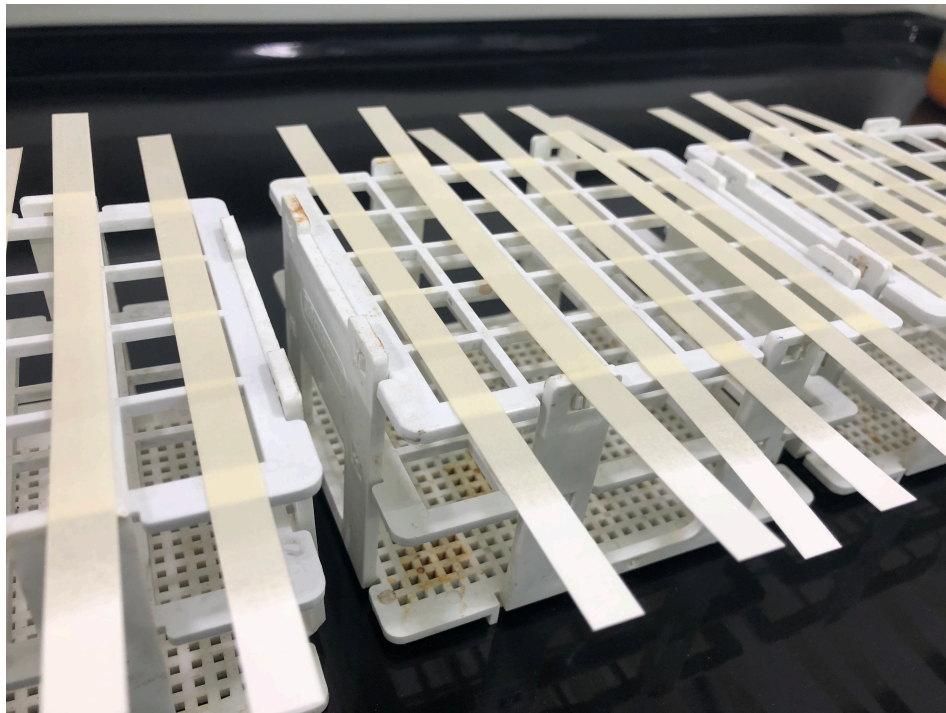


Figura 11. Prueba de coincidencia de aromas



Figura 12. Prueba de coincidencia de sabores

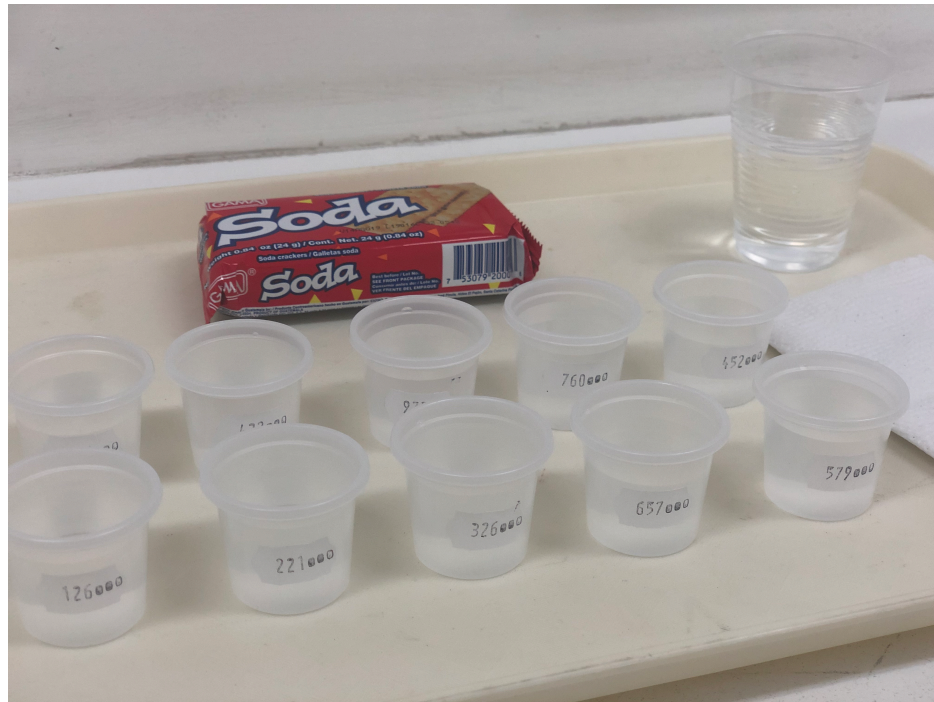


Figura 13. Azafates listos para la recepción de candidatos



Figura 14. Candidatos realizando pruebas filtro (A y B)



(A)



(B)

Figura 15. Utilización de luz roja para prueba de coincidencia de aromas



Figura 16. Preparación de muestras a temperatura de degustación para generación de descriptores

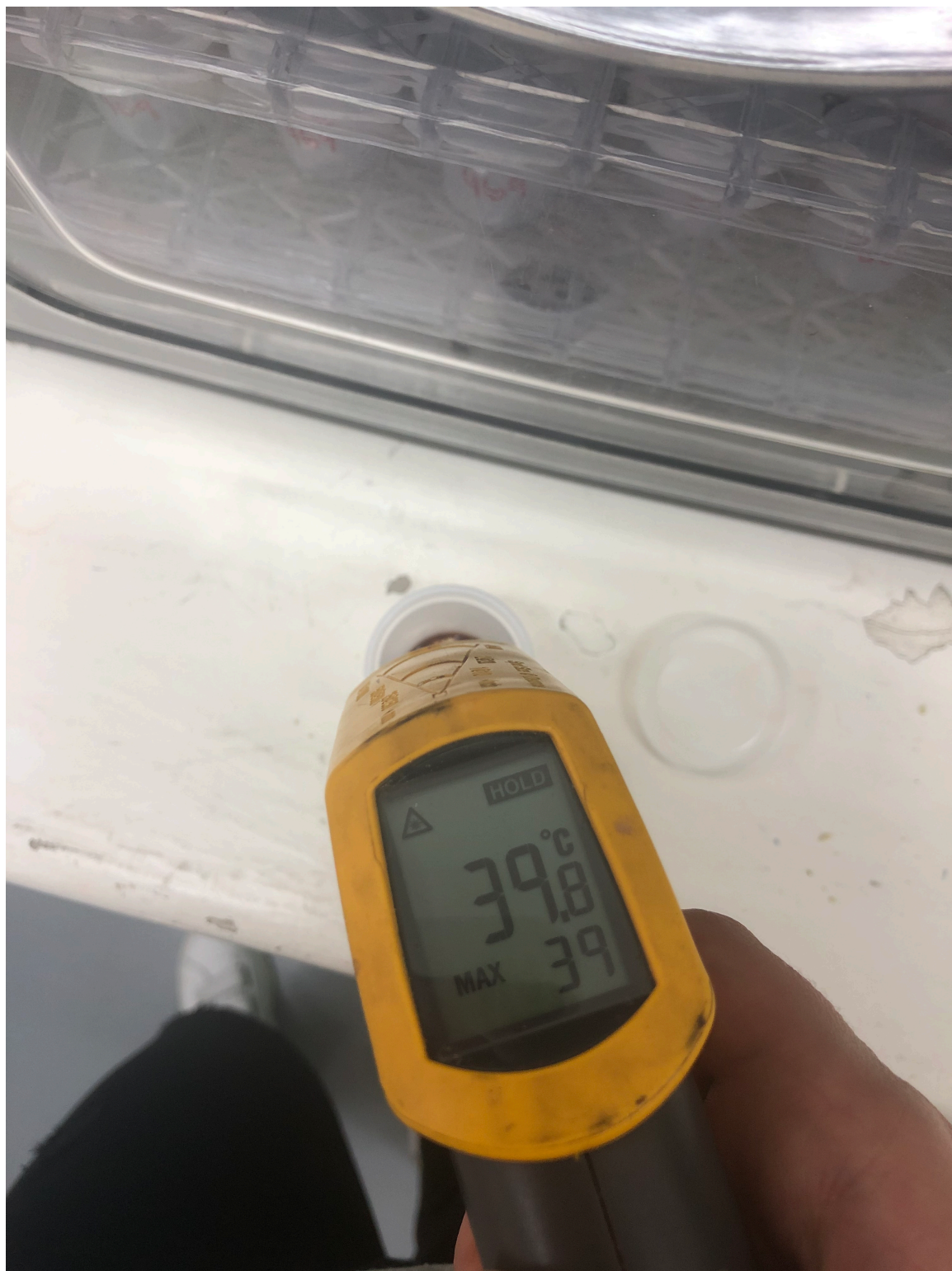


Figura 17. Entrenamiento descriptor verde/tierra

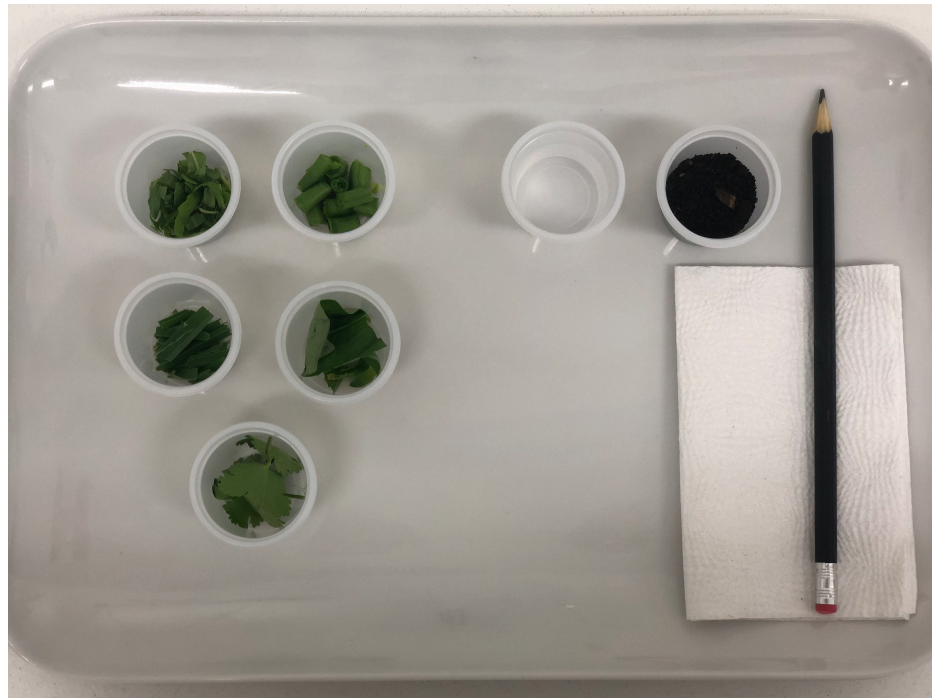


Figura 18. Entrenamiento descriptor afrutado/banano



Figura 19. Entrenamiento descriptor ácido



Figura 20. Entrenamiento descriptor carne/cuero



Figura 21. Entrenamiento descriptor afrutado y calibración de escala



Figura 22. Entrenamiento descriptor especias y verde



Figura 23. Entrenamiento descriptor nuez



Figura 24. Entrenamiento descriptor nuez y verde



Figura 25. Entrenamiento descriptor fruta oxidada

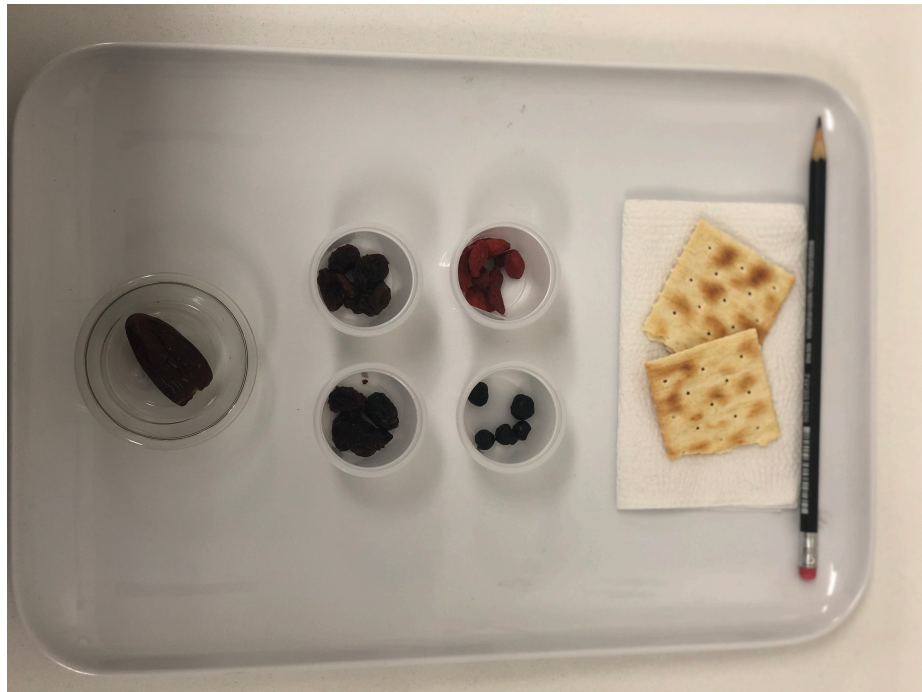


Figura 26. Entrenamiento descriptor floral, cocoa y humo

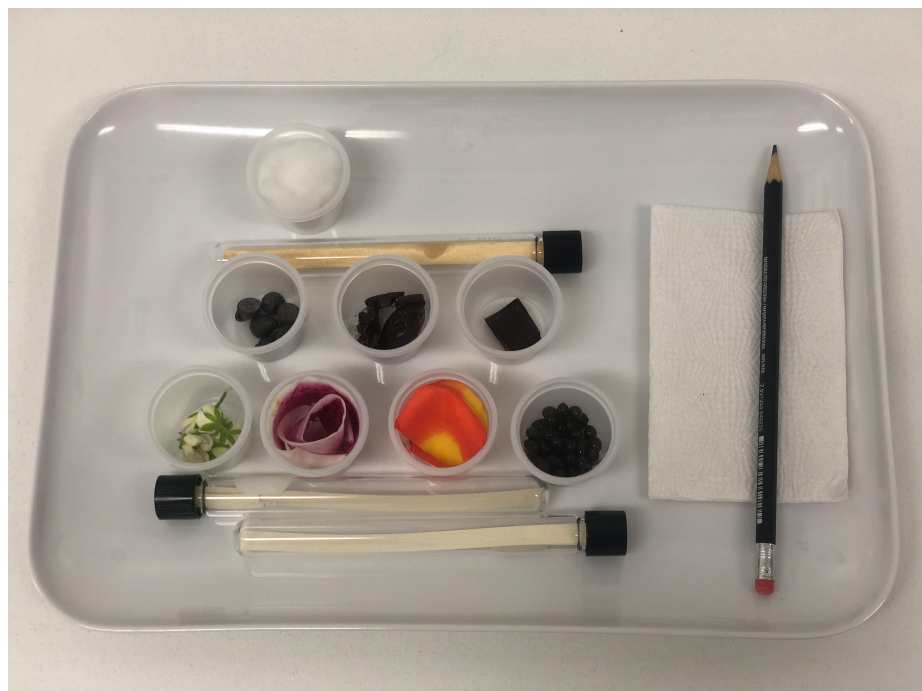


Figura 27. Entrenamiento descriptor humo, moho y astringente



Figura 28. Sesión de validación de panel



Figura 29. Cubículo listo para sesión de evaluación de muestras



Figura 30. Muestras colocadas en deshidratadores para ser calentadas a temperatura de evaluación (40°C)



Figura 31. Cuadernos de notas de panelistas y listado de asistencia



Figura 32. Premio de sesión, galletas



Figura 33. Premio de sesión, chocolates y paletas de cajeta



Figura 34. Premio de sesión, chocolates



Figura 35. Panelistas realizando evaluación de muestras final

