

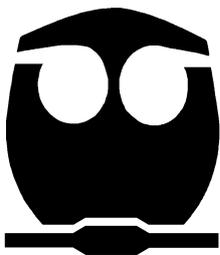


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL PERFIL SENSORIAL
DEL HUITLACOQUE (*Ustilago maydis*) Y OTROS
HONGOS COMESTIBLES”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A:
REBECA CARRASCO GARCIA



MÉXICO, D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: JUAN DIEGO ORTÍZ PALMA PÉREZ

VOCAL: DANIEL LUIS PEDRERO FUEHRER

SECRETARIO: DRA. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

1ER. SUPLENTE: LUIS ORLANDO ABRAJAN VILLASEÑOR

2DO. SUPLENTE: MARIA DE LOURDES OSNAYA SUAREZ

Sitio donde se desarrollo el tema:

Lab. 4C, 4° piso del Edificio A, Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química

ASESORA:

Dra. Patricia Severiano Pérez

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dr. Hermilo Leal Lara

SUSTENTANTE:

Rebeca Carrasco García

*“A mis padres (Ángel y Guadalupe)
y hermanos (Benja, Pili, Ángel y
a Fer, sin olvidar a Fersita);
a Israel Solano y a “chavito” ”*

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres Ángel Carrasco F. y Ma. Guadalupe García G., por estar conmigo siempre, creer en mí y darme su apoyo y amor incondicional. A mis hermanos Benjamín, Fernanda y Pilar por el aguante y paciencia que hemos cultivado juntos, por los buenos y malos momentos. A ustedes por enseñarme a crecer y madurar, los quiero mucho.
- A mi mejor amigo, novio y esposo Israel Solano Zavaleta por amarme, respetarme y acompañarme todos estos años y compartir momentos inolvidables.
- A la familia Solano Zavaleta (Sra. Paty, Sr. Gabriel y Gabriel) por abrirme las puertas de su hogar, por sus consejos y permitirme ser uno más de la familia.
- A Yadis, Silvia y Sarita por su amistad, sus consejos, sus silencios, por los embotellamientos y días de café. Gracias por compartir este camino a mi lado.
- A la Dra. Patricia Severiano por soportarme todo este tiempo y creer en mí, sin tu apoyo este trabajo no hubiera sido posible. No tengo palabras para agradecerte.
- Al Dr. Hermilo Leal Lara por todo su apoyo incondicional y por creer en mí.
- A Champiñones Monteblanco:

Ing Jorge Petersen Arangure, (Director Técnico)
M en C. Vladimir Castañeda de León (Proyecto Huitlacoche)
Enrique Cardona Caballero (Asistente Técnico)
- A mis sinodales Prof. Juan Diego Ortiz P. y Prof. Daniel Pedrero F. por dedicar su tiempo a revisar este trabajo y contribuir con sus comentarios y aportaciones a enriquecer este extenso trabajo.

- A la M. en C. Mariana Utrera Andrade por su apoyo técnico que permitió que se echara a andar este trabajo.
- Al Ing. en Alimentos Iván Méndez y a la M. en Biotecnología Isadora Martínez por su apoyo técnico que permitió que se concluyera este trabajo.
- A Rebeca Padilla, mi amiguita, por compartir este proyecto conmigo, por los buenos y malos momentos, por las parrilladas con champiñones, y hacerme más ameno el tiempo que dedique a este trabajo.
- Al los chicos del panel (Adrián, Benjamín, Claudia, Gaby, Jessica, Jorge, Magally, Mauricio, Mireya, Montserrat, Osvaldo, Samantha, Susana, Verónica) éste es su trabajo, sin su valioso tiempo no hubiera sido posible realizarlo.
- Al laboratorio de Sensorial de la Facultad de Química (Marce, Noemí, Adrián, David, Sonia, Juliana) por acompañarme en los días que estuve encerrada ahí.

ÍNDICE

		No. Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	Objetivos Particulares	3
III.	ANTECEDENTES	4
3.1	Producción de hongos comestibles	4
3.2	Características del huitlacoche	9
3.3	Comercialización del huitlacoche	10
3.4	Producción de huitlacoche	11
3.5	Evaluación sensorial	11
3.6	Pruebas sensoriales	14
3.6.1	Pruebas triangulares	14
3.6.2	Pruebas de umbral	14
3.6.3	Memoria olfativa	15
3.6.4	Análisis Descriptivo Cuantitativo	15
3.7	Estudios sensoriales llevados a cabo en hongos	17
3.8	Estudios sensoriales llevados a cabo en huitlacoche	17
3.9	Color	18
IV.	HIPÓTESIS	22
V.	DIAGRAMA DE TRABAJO	23
VI.	METODOLOGÍA	24
6.1	Muestras de huitlacoche	24
6.2	Evaluación Sensorial	27
6.2.1	Selección del Panel	27
6.2.2	Selección de Jueces	29
6.2.2.1	Pruebas de Umbral	30
6.2.2.2	Pruebas Discriminativas	31
6.2.2.3	Memoria Olfativa	33
6.2.3	Entrenamiento	34
6.2.4	Análisis Estadístico	35
6.2.5	Evaluación Instrumental	36
6.2.6	Análisis Estadístico	38

VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
7.1	Evaluación Sensorial	39
7.1.1	Selección de Jueces	39
7.1.1.1	Pruebas de umbral absoluto de identificación	40
7.1.1.2	Pruebas Triangulares	43
7.1.1.3	Memoria Olfativa	45
7.2	Entrenamiento	45
7.2.1	Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)	46
7.2.1.1	Generación de Descriptores	46
7.2.1.2	Anclaje de Escalas	52
7.2.2	Evaluación de muestras durante el entrenamiento	53
7.3	Evaluación de las muestras en estudio	61
PARTE I.	Estudio de las características sensoriales de las variedades Aspros 822 y Aspros 1501 en diferentes lotes de producción	61
PARTE II.	Comparación de las características sensoriales del huitlacoche cultivado y el huitlacoche silvestre en fresco	69
PARTE III.	Efecto de la congelación en las características del huitlacoche	74
PARTE IV.	Efecto de la congelación en las características del huitlacoche silvestre	81
PARTE V.	Comparación de las características sensoriales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre	85
PARTE VI.	Comparación de las características sensoriales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre	87
PARTE VII.	Efecto de la congelación en las características de los champiñones	90
PARTE VIII.	Comparación de las características sensoriales de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco	95
7.4	Análisis Instrumental de Color	99
PARTE I.	Estudio de las características cromáticas de las variedades Aspros 822 y Aspros 1501 en diferentes lotes de producción	99

PARTE II.	Comparación de las características cromáticas del huitlacoche cultivado y el huitlacoche silvestre en fresco	102
PARTE III.	Efecto de la congelación en las características cromáticas del huitlacoche	104
PARTE IV.	Efecto de la congelación en las características cromáticas instrumentales del huitlacoche silvestre	115
PARTE V.	Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre fresco	116
PARTE VI.	Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones y huitlacoche silvestre congelados	118
PARTE VII.	Efecto de la congelación en las características cromáticas instrumentales de los champiñones	119
PARTE VIII.	Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco	122
7.5	Análisis de Correlación	123
7.6	Análisis de Componentes Principales (PCA) de Atributos de Textura Evaluada en Boca	125
7.7	Análisis de Componentes Principales (PCA) de Atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura Evaluada con la Mano	128
7.8	Análisis de Correlación Instrumental	130
7.8	Análisis de Correlación instrumental y Sensorial de la Parte Superior de la Agalla	133
7.10	Análisis de Correlación Instrumental y Sensorial de la Base de la Agalla	135
VIII.	CONCLUSIONES	138
IX.	BIBLIOGRAFÍA	142
X.	ANEXOS	149

I. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz en México representa más de dos tercios del valor neto de la producción agrícola abarcando la mitad del total de la superficie destinada a todos los cultivos; además, es el segundo país en consumo anual de maíz ya que el 68% de todo el maíz se utiliza directamente como alimento básico para el consumo humano (Barrios, 2007).

El huitlacoche es un hongo parásito del maíz que en México ha sido utilizado desde la época prehispánica como alimento, consumiéndose en quesadillas o en diferentes guisos. Por lo general en la mayoría de los países el huitlacoche se desecha, sin embargo ya en ciertos segmentos de algunos países, como en los Estados Unidos y la Unión Europea, se le aprecia como un alimento valioso por su sabor único, considerándosele ya como alimento gourmet, por lo que se vende a altos precios, sobre todo cuando esta fuera de la temporada de cosecha del maíz (Pataky, 2002).

En la actualidad se cuenta con información de estudios fisicoquímicos e instrumentales de distintas variedades de huitlacoche (Lizarraga, 1998). Sin embargo no existen reportes enfocados a la valoración sensorial de este hongo. Por ello, es importante desarrollar perfiles sensoriales del huitlacoche de distintas variedades de maíz utilizando un método descriptivo como el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), ya que actualmente además de las características fisicoquímicas y nutrimentales de los alimentos, la calidad sensorial de los mismos juega un papel importante en la comprensión de la aceptación o rechazo de los alimentos por parte de los consumidores, por ello

el estudio de las características sensoriales de los mismos resulta importante entender aquellos atributos que los hacen únicos. (Barrios, 2007)

En el caso específico del huitlacoche, se reconoce en términos generales que tiene características sensoriales que lo diferencian del resto de los hongos, sin embargo, no se han estudiado o reportado cuáles son ni en qué intensidad están.

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar los atributos descriptivos sensoriales e instrumentales que permita tipificar el perfil sensorial del huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz y las variaciones de color que presenta.

II. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar el perfil sensorial del huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz

OBJETIVOS PARTICULARES

- Seleccionar y entrenar a un panel en evaluación sensorial descriptiva enfocado al huitlacoche
- Determinar los atributos sensoriales del huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz, mediante la elaboración del perfil sensorial
- Evaluar si las características del huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz se mantiene independiente del lote de producción
- Conocer si las variedades de maíz donde se cultiva el huitlacoche le confieren características sensoriales específicas
- Evaluar el efecto que tiene la congelación sobre las características sensoriales del huitlacoche
- Comparar las características sensoriales del huitlacoche con aquellas presentes en champiñón 1^a, champiñón 2^a, criminis, portobello y setas en fresco y en congelación
- Comparar las características sensoriales del huitlacoche con aquellas presentes en champiñones enlatados de India, China y México
- Establecer las condiciones de evaluación del color del huitlacoche con el colorímetro marca Minolta CM-3600d
- Conocer las características instrumentales de color (L^* , a^* , b^*) del huitlacoche
- Conocer las características instrumentales de color (L^* , a^* , b^*) del champiñón 1^a, champiñón 2^a, criminis, portobello, setas y champiñones enlatados.

III. ANTECEDENTES

3.1 PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES

La producción de hongos comestibles inició como una biotecnología tradicional basada en técnicas sencillas de propagación, hace aproximadamente 1,000-1,400 años en China, con el cultivo empírico de las “orejas de ratón” (*Auricularia spp.*) y del “shiitake” (*Lentinula edodes*). De la misma forma, aunque como proceso independiente, también comenzó en Francia hace más o menos 350 años el cultivo del champiñón (*Agaricus spp.*) (Martínez-Carrera et al., 2007). A través del tiempo, ha sido posible la incorporación y desarrollo de tecnologías que han mejorado substancialmente la producción comercial a gran escala no solo de los hongos antes mencionados sino de otras especies pocos conocidos o poco consumidos como el huitlacoche (*Ustilago maydis*).

En México se ha aplicado la biotecnología en la producción comercial de hongos comestibles, teniendo éxito en los Estados de Puebla, México, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos, Veracruz, Jalisco, Yucatán, Guerrero, Oaxaca, Querétaro y Chiapas (Martínez-Carrera et al., 2007).

En el año 2005, la producción anual de hongos frescos comestibles cultivados a nivel mundial superó los 7 millones de toneladas, cuyo valor económico aproximado superó los 30 billones de dólares. La tasa promedio de incremento anual en la producción de hongos fue superior al 11%. Además de su importancia comercial, se han descubierto propiedades medicinales en estos hongos (anticancerígenas, antibióticas, como reductor del nivel de

colesterol e hipertensión, antitrombóticas, antidiabéticas), lo cual brinda un impulso adicional al desarrollo de este campo (Martínez-Carrera et al., 2007).

Nuestro país es el mayor productor de hongos comestibles de Latinoamérica, ya que genera alrededor del 58.9% de la producción total de esta región, alrededor de 47,468 toneladas anuales, que lo ubica en el 16o. como productor a nivel mundial. En la Tabla 1, se muestra la producción comercial de hongos comestibles en diferentes países de Latinoamérica desde 1945 hasta el 2001.

Tabla 1. Producción latinoamericana de hongos comestibles de 1945 a 2001

País	Toneladas al año									
	AÑO									
	1945	1955	1960	1965	1970	1972	1974	1975	1995	2001
Argentina	-	-	-	-	150	300	600	700	1,200	1,450
Bolivia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
Brasil	-	-	-	-	150	350	600	700	4,000	7,000
Colombia	-	-	-	-	100	150	160	180	3,200	3,520
Costa Rica	-	-	-	-	50	500	700	600	100	110
Chile	-	-	-	-	80	100	100	100	10,600	11,660
Ecuador	-	-	-	-	400	460	500	500	320	352
Guatemala	-	-	-	-	10	20	20	10	40	132
México	5	100	200	400	1,150	1,700	2,220	2,430	27,825	38,708
Perú	-	-	-	-	60	70	100	100	300	330
Santo Domingo	-	-	-	-	-	200	1,000	900	990	1,089
Venezuela	-	-	-	-	50	50	100	80	1,400	1,540

FUENTE: Martínez-Carrera et al., 2007

Los hongos comestibles que se cultivan comercialmente en México son *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma*, *Grifota*, en la Tabla 2 se incluyen sus volúmenes y proporciones de producción anual.

Tabla 2. Producción de hongos comestibles cultivados en México

Nombre científico	Nombre comercial	Producción nacional	
		Volumen (Tons)	Proporción (%)
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange) Pilát	Champiñones	45,260	95.35
	Champiñón blanco	44,931.5	99.27
	Champiñón café	328.5	0.73
<i>Pleurotus</i> spp.	Setas (blanca, gris, café)	2,190	4.62
<i>Lentinula edodes</i>	<i>Shiitake</i>	18.2	0.038
<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Reishi</i>	PC	-
<i>Grifola frondosa</i>	<i>Maitake</i>	PC	-
Total		47,468.2	100

PC= Nivel de pruebas a escala comercial

FUENTE: Martínez-Carrera et al. , 2007

Se estima que aproximadamente el 80-90% de la producción de hongos comestibles se comercializa en la Ciudad de México a través de la Central de Abasto (www.snitt.org.mx).

Hoy los hongos comestibles silvestres son parte importante de la alimentación humana, principalmente en zonas rurales siendo un sustento alimenticio tanto para población rural como para algunas poblaciones indígenas de nuestro país. Esta fuente de alimento es muy apreciada debido a sus reconocidas cualidades nutritivas y por su sabor, por ello se les coloca como un alimento de alto valor nutrimental. Los hongos son una excelente fuente de aminoácidos, algunas vitaminas, aportan cantidades considerables de ciertos minerales, hidratos de carbono y lípidos y muy baja o nula concentración de colesterol (Martínez, 2008).

El cultivo de los hongos comestibles ha evolucionado y actualmente es uno de los productos de importancia económica, en especial la producción de especies de *Agaricus*, *Pleurotus* y otros. Clásicamente se han cultivado desde hace muchos años el champiñón y el shiitake; el champiñón en casi todo el mundo y el shiitake en los países asiáticos. El champiñón fue, además, el primer hongo que se cultivó en México hace más de 40 años, el cual fue introducido de Europa a través de cepas de *Agaricus bisporus* (Figura 1), con sus variedades la típica y la *albidus*, posteriormente se introdujo al *Agaricus bitorquis*, aunque este crece silvestre en el país, no así *Agaricus bisporus* que únicamente es de cultivo (Rodríguez, 1998)

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* iniciado en Europa, se ha ido extendiendo a Asia y E.U.A. y hace unos años en America Latina. En 1974 se inició su cultivo comercial en México con cepas y tecnología europea, bajo el nombre comercial de seta. *Pleurotus ostreatus*, por su fácil adaptación, manejo y bajo costo en el cultivo, es el hongo que día a día más se cultiva comercialmente y lentamente va desplazando en los mercados internacionales de las especies competitivas, como el champiñón, el shiitake y otros (Guzmán, 1993).

Dentro de los hongos comerciales la especie más cultivada de champiñón es *Agaricus bisporus*, perteneciente a la familia *Agaricaceae*. El incremento en los rendimientos es debido principalmente a las mejoras técnicas en la producción ya que se utilizan instalaciones especiales donde se puede controlar la temperatura, ventilación y humedad.

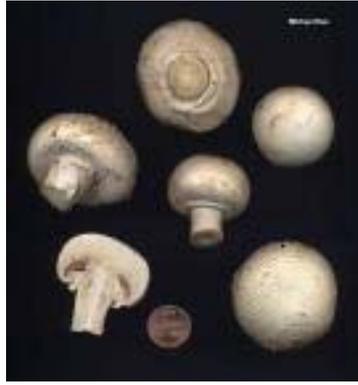


Figura 1. *Agaricus bisporus*

La variedad crimini es similar en apariencia al champiñón blanco y pertenecen a la misma especie (*Agaricus bisporus*). Posee un sombrero café y una textura muy firme, tiene un sabor más profundo y más denso que el blanco, lo cual lo hace excelente para adicionarlo a diferentes tipos de platos. El crimini puede sustituir o ser combinado con cualquier receta de champiñón blanco. El champiñón crimini corresponde al champiñón portobello en su etapa inicial de crecimiento.

La variedad de champiñones portobello (Figura 2) pertenece a la misma especie del champiñón blanco (*Agaricus bisporus*). Son champiñones grandes de color café. El diámetro de su cabeza puede llegar a crecer hasta 15 cms. El champiñón Portobello abierto representa la etapa de madurez de este hongo, por lo que su desarrollo de humedad se ha evaporado. La humedad reducida se concentra y enriquece su sabor creando una textura densa y carnosa. Por su alta tasa de respiración, este tipo de champiñones necesita muy buen aire circulante en su lugar de almacenamiento. Debido a su largo ciclo de crecimiento, los champiñones Portobello ofrecen un rico sabor y una textura similar a la carne.



Figura 2. Hongo Portobello

3.2 CARACTERISTICAS DEL HUITLACOCHÉ

Popularmente se le denomina cuitlacoche, güitlacoche o huitlacoche, nombre que procede del náhuatl cuitlacohtli, palabra compuesta de los vocablos cuitla (tl) = suciedad, basura o excremento y cochtli =dormido (Leal, 1996).

Para producirlo se requiere la infección del maíz por el hongo parasitario *Ustilago maydis*. Las agallas o malformaciones producidas son en un principio de color gris pálido que se van oscureciendo al madurar, estas agallas abultadas contienen en su interior esporas reproductivas en un tejido esponjoso color negro, ver Figura 3 (Lizarraga-Guerra y López, 1998).

Las esporas se difunden a través del viento o por contacto. En algunos países la formación de agallas (tumores) en las partes aéreas de la planta son consideradas una plaga por muchos agricultores ya que impide el desarrollo y maduración del maíz; además de que las plantas parasitadas son contagiosas para el resto del cultivo.

La clasificación del huitlacoche es el siguiente:

Reino: Fungi

División: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Ustilaginales

Familia: Ustilaginaceae

Género: *Ustilago*

Especie: *Ustilago maydis*



Figura 3. Huitlacoche

3.3 COMERCIALIZACION DEL HUITLACOCHÉ

El huitlacoche presenta un sabor dulzón y terroso, por la combinación del maíz con el hongo. En México, desde la época de los aztecas, se consumen los granos infectados del maíz con *Ustilago maydis* (huitlacoche) en diferentes variedades de guisos, como en sopas, quesadillas, etc. Tanto en México como en algunos otros países el consumo del huitlacoche ha llegado a considerarse una delicia culinaria (Ruiz-Herrera y Martínez-Espinoza, 1998), aumentando por ello la demanda de su consumo.

Se vende en estado fresco, aunque ahora también se comercializa enlatado, envasado, deshidratado, liofilizado y en menor medida como extracto. Algunos investigadores (Vanegas, 1995; Ruiz-Herrera y Martínez-Espinoza, 1998), han examinado la posibilidad de producir productos derivados de la fermentación de *Ustilago maydis*, como antibióticos con compuestos liposolubles, producción de glicolípidos y aminoácidos esenciales por mencionar solo algunos.

3.4 PRODUCCION DEL HUITLACOCHÉ

La información referente a las formas de producción del huitlacoche es escasa, sin embargo se ha reportado que se produce principalmente por la inoculación de *Ustilago maydis* en diferentes variedades de maíz con el fin de conocer el desarrollo tanto nutricional como el tiempo óptimo de recolección (Valverde, et al., 1993).

3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Los alimentos tienen una complejidad que está determinada no solo por el tipo de sustancias que los forman sino por las interacciones de éstas entre sí. Es por esto que para caracterizar un alimento es necesario tomar en cuenta tanto sus características fisicoquímicas como sus atributos sensoriales.

El análisis sensorial es el examen de las propiedades sensoriales de un producto a través de la percepción por los órganos de los sentidos. El análisis sensorial es la disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones del ser humano ante las características de los alimentos, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, gusto, olfato, tacto y oído (IFT, 1975). Al ser una ciencia se presta especial atención a la precisión, exactitud y sensibilidad de los métodos y técnicas empleadas y así evitar posibles errores en el conocimiento que de su aplicación se derive (Anzaldúa-Morales, et. al., 1983, Lawless y Heymann, 1998).

Los atributos sensoriales de un producto son, en general, todo lo que se llega a percibir a través de los sentidos, por lo tanto, los sentidos sirven como instrumento de medición. Se puede hacer una agrupación de los atributos de acuerdo con los sentidos por los que son percibidos.

Los atributos sensoriales percibidos al sentido de la vista conforman la propiedad del color de un producto. Es una cualidad ~~sugestiva~~ que depende entre otras variables de la intensidad de la luz, del objeto sobre el que incide y el buen funcionamiento del órgano de la vista.

Las percepciones táctiles por medio de los dedos, palma de la mano, lengua y paladar son importantes en la evaluación sensorial ya que nos ayudan a detectar atributos de textura, sensaciones de temperatura, peso y orientación. Percibimos esto gracias al sentido del tacto donde se localizan las terminaciones nerviosas situadas debajo de la piel.

El sentido del oído nos ayuda o complementa el conocimiento de la textura de los alimentos, al generar vibraciones por su masticación. Las vibraciones se transmiten a las orejas y se amplifican en el tímpano y huesos del oído para generar una señal nerviosa que llegara al cerebro que llamamos sonidos.

El sentido del gusto y del olfato son sentidos químicos, ya que dependen principalmente de receptores que son estimulados por sustancias químicas. El sentido del gusto reside en la lengua, la cual tiene varias protuberancias o

gránulos llamados papilas gustativas, en las que tienen lugar las interacciones entre las moléculas responsables de los estímulos y los receptores presentes en estas células. La sensación de sabor se percibe utilizando dos sentidos corporales simultáneamente: el gusto, detectado en la boca, principalmente en la lengua, y el olfato, radicado en las fosas nasales, en donde se detecta el aroma. Los estímulos responsables de los aromas son sustancias volátiles y tanto su composición y propiedades como los mecanismos de percepción han sido ampliamente estudiados. No se puede decir lo mismo de los gustos (a menudo citados como sabores) producidos por sustancias no volátiles y que originan las sensaciones básicas de dulce, ácido, salado y amargo, fundamentalmente (Durán, et al. 1999). La intensidad y percepción de los gustos básicos depende de muchos factores como: concentración del compuesto, interacción con otros componentes, disolución de los compuestos, salud de la persona, edad, hábitos, entre otros.

El sentido del olfato nos permite percibir el olor de los alimentos. El órgano mediante el cual funciona el olfato es la nariz o sistema nasal. En el interior de la nariz y de la zona facial cercana a la nariz existen regiones cavernosas cubiertas de una mucosa, la cual conduce hacia células y terminales nerviosas que tienen la capacidad de reconocer los olores y transmiten al cerebro la sensación olfativa. Las sustancias olorosas por lo general son volátiles y llegan a las fosas nasales por el aire. Esas sustancias se difunden a través de la mucosa, generan una señal y el cerebro interpreta cada sustancia como un olor (Anzaldúa, 1994, Ibáñez, 2001).

3.6 PRUEBAS SENSORIALES

3.6.1 PRUEBAS DE UMBRAL

El objetivo de las pruebas de umbral es registrar las intensidades percibidas de un estímulo dado. El tipo de umbral se basa en la percepción y reconocimiento del estímulo. El umbral es la mínima cantidad perceptible de un estímulo, y puede ser tanto de percepción como de reconocimiento. Para el sentido del gusto, las pruebas de umbral generalmente consisten de series de soluciones muy diluidas que presentan el estímulo en baja intensidad (Pedrero 1989).

3.6.2 PRUEBAS TRIANGULARES

Dentro de las pruebas discriminativas se encuentran las pruebas triangulares. Para evitar predisposiciones al momento de efectuar las pruebas, los jueces deberán tener la mínima información posible sobre las muestras. Esta prueba consiste en presentar al juez tres muestras (codificadas con números aleatorios de tres dígitos), de las cuales dos son iguales y el tercero es diferente; el juez deberá indicar cual muestra percibe diferente de las otras dos que debió percibir como iguales (Pedrero y Pangborn, 1989). Las muestras se presentan en las mismas condiciones de temperatura, recipientes, iluminación, etc. En caso de existir variaciones que permitan diferenciar fácilmente la muestra que no es igual, deberán tomarse medidas como: uso de anteojos rojos en caso de variaciones de color, o buscar tamaños uniformes en la presentación de todas las muestras. Los panelistas tomarán un pedazo de galleta y agua entre cada triada para eliminar la interferencia de sabores. La eficiencia estadística de esta prueba es del 33.3%.

3.6.3 MEMORIA OLFATIVA

Esta prueba tiene como objetivo, evaluar la capacidad de las personas para memorizar olores que no le son familiares. Consiste en que los participantes evalúen olores que no le son familiares, enseñándoles una vez evaluado el olor el nombre del mismo, pidiéndoles que memoricen alguna nota del olor que les permita reconocerlo en una evaluación futura. Estos olores se vuelven a evaluar en sesiones posteriores, y se observa la capacidad de los participantes para reconocerlos por su nombre.

3.6.4 ANALISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

Para determinar el perfil sensorial de un producto se utilizará la evaluación descriptiva de los atributos que componen la percepción de un producto. El análisis descriptivo cuantitativo es el proceso de describir las características sensoriales de un alimento percibido por el consumidor y evaluadas por jueces entrenados. Es una descripción sensorial completa, que toma en cuenta todas las sensaciones que se perciben (Stone y Sidel, 1985)

El grupo de jueces para el QDA está formado de 10 a 12 consumidores frecuentes del producto que son más sensitivos a diferencias en el producto y que son entrenados en la metodología del QDA. Los panelistas tienen un coordinador que no participa en el proceso pero proporciona orientación para evitar predisposición o favoritismo de los panelistas de acuerdo a la opinión personal del coordinador o del mismo consumidor participante.

El lenguaje desarrollado por el panel no es técnico, es un lenguaje común para evitar modificar el comportamiento de los panelistas. Los panelistas desarrollan su propio lenguaje de acuerdo a percepciones y ellos acuerdan como realizar la evaluación.

Para realizar la evaluación cuantitativa de cada atributo se usa una escala lineal que consiste en una línea de 6 pulgadas que tiene palabras limitantes en los extremos, siempre incrementando la intensidad de izquierda a derecha. Sobre esta línea o escala el panelista marca de forma horizontal en el punto que mejor refleja la intensidad percibida de la muestra.

Todas las propiedades sensoriales de un producto o alimento pueden ser identificadas y cuantificadas, en orden de ocurrencia, con el Análisis Descriptivo Cuantitativo (Stone et al, 1974).

El análisis de los datos se realiza por medio de un análisis de varianza (ANOVA) el cual facilita monitorear el desempeño de los miembros del panel, así como, identificar si existe diferencia significativa entre las muestras analizadas. Los datos obtenidos se realizan “Telarañas” o “Spider-Webs” que son diagramas de coordenadas polares que representan el valor de la intensidad relativa (promedio) para cada atributo sensorial, en una serie de líneas equidistantes que radian de un centro. Cada línea representa la escala de un atributo.

La desventaja del QDA es la dificultad de comparar resultados que han sido generados por paneles diferentes. (Murray et al, 2001).

3.7 ESTUDIOS SENSORIALES DE HONGOS

En la industria de los hongos la calidad es de vital importancia. Las características de calidad del hongo toman en cuenta la blancura, su textura firme, estado de maduración uniforme y un buen sabor. Para cuantificar estas variables se pueden utilizar diferentes instrumentos como reporta Burton, et al. en el año 2000, la evaluación del color en hongos la efectuó utilizando reflectometría y el análisis de textura con un texturómetro Instron.

3.8 ESTUDIOS REALIZADOS CON HUITLACOCHÉ

La primera conferencia internacional de *Ustilago* se llevo a cabo en Marburg, Alemania en Agosto del 2002. La reunión se enfocó en la genética molecular y biología celular que se ha realizado al *Ustilago maydis*, el agente causante del huitlacoche o agallas en el maíz. Este hongo ha servido para estudiar la biología de los basidiomycetos, con un particular énfasis en la interacción de este hongo con la planta huésped. Dicha interacción se ha documentado con detalle desde hace 100 años, sin embargo muchos detalles en cuanto al comportamiento de este hongo se han descuidado (Kronstad, 2002).

Dentro de los estudios realizados en huitlacoche, se encuentra el reportado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN de Irapuato quienes produjeron huitlacoche en 19 variedades de maíz,

encontrándose diferencias significativas en el contenido de proteínas y de ácidos grasos de las muestras de huitlacoche cultivado (Vanegas et al., 1995). Sin embargo hasta ahora no se han reportado estudios sensoriales descriptivos del mismo.

En la Tabla 3 se muestran algunos estudios realizados a hongos comestibles, sin embargo, en el caso del huitlacoche o cuitlacoche no se han tipificado su perfil sensorial.

Tabla 3. Lista de estudios publicados sobre hongos comestibles

TIPO DE HONGO	ESTUDIO REALIZADO	REFERENCIA
Huitlacoche	Las agallas del maíz como fuente alimenticia, perspectivas nutricionales y de composición	Kealey, K.S. and Kosikowski, F.V., (1981)
Huitlacoche	Desarrollo de agallas de <i>Ustilago maydis</i> en diferentes variedades de maíz. Incidencia de crecimiento y tamaño de la agalla.	Valverde, M.E., (1993).
Huitlacoche	Producción en híbridos de maíz. Análisis proximal y contenido de ácidos grasos. Altos contenidos de ácido oleico y linoleico.	Vanegas, P. E., et al., (1995).
<i>Agaricus bisporus</i>	La calidad de los hongos, mediciones de color, textura, madurez y sabor.	Burton, K., et al., (2000).
<i>Agaricus bisporus</i>	Calidad Sensorial y Microbiológica de hongos rebanados empacados en atmósferas modificadas.	Simon, A. et al., (2005).

<i>Agaricus bisporus</i>	Sabor y Textura del hongo comestible.	Lenguijt, T., et al., (1996).
<i>Agaricus bisporus</i>	Relación entre morfología y calidad.	Rama, T., et al., (2000).
<i>Agaricus bisporus</i>	Identificación y evaluación de calidad en hongos silvestres.	Ereifej, K.I. and Al-Raddad, A.M., (2000)

3.9 COLOR

Los químicos utilizan la palabra color para referirse a diferencias espectrales debidas a variaciones en la constitución molecular o en las configuraciones de los compuestos químicos presentes en un producto. En psicología, el color significa un aspecto de la respuesta de un observador humano, una percepción que tiene lugar en el cerebro del observador como resultado de la estimulación visual provocada por un objeto. En el lenguaje coloquial el color se asocia con la naturaleza de objetos, de modo que un mismo objeto debe tener el mismo color (Tavera, 2007).

La medida del color es el proceso para encontrar la relación del fenómeno psicológico (color) con el fenómeno físico (flujo luminoso, longitud de onda, etc.) que provoca la percepción (Gilabert, 2002). La percepción de color difiere de persona a persona, y depende de la fuente y ángulo de incidencia de la iluminación y de otros numerosos factores. Para fines prácticos las industrias correlacionan la medida visual (sensorial) del color con la medida instrumental del mismo (Utrera, 2006).

El color es un componente importante de calidad en la industria alimenticia y agrícola, ya que el color se asocia con factores tales como frescura, madurez, agrado, y calidad del alimento. Por otra parte, el color es a

menudo una consideración primaria de los consumidores al decidir sus compras (Tavera, 2007). El color aporta información por asociación sobre sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, además de modular las preferencias de los consumidores. (Escamilla, 2006).

En el color se basa gran parte de la decisión tomada por el consumidor al momento de la compra de un alimento; observándose que un cambio en el mismo podría ser suficiente para propiciar el rechazo del consumidor, e incluso se ha observado que jueces y consumidores no son capaces de definir claramente el sabor de los alimentos cuando estos no cumplen con las expectativas de color (Utrera, 2006).

El ojo humano percibe longitudes de onda de 400 a 500 nm para el color azul, de 500 a 600 nm para el color verde y amarillo, y de 600 a 800 nm para el color rojo. Al conjunto de estas longitudes de onda se le llaman espectro visible (Kostyla y Clydesdale, 1978; Meilgaard, et al., 1999).

Los instrumentos de medición del color buscan simular la manera en la cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación. El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría que permite cuantificar diferencias en coloración, basado en el sistema numérico para determinar color-espacio $L^*a^*b^*$, también conocido como el sistema CIELAB, originalmente definido por el CIE en 1976 (Tavera, 2007; Burton et. al., 2000)

La coordenada L^* describe el componente de claridad o luminosidad de un color, en base a las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0). La coordenada a^* da un valor de las tonalidades de rojo (+a) hasta verde (-a), mientras que la coordenada b^* indica tonalidades de amarillo (+b) hasta azul (-b) (Figura 4). La coordenada C^* indica la cromaticidad o saturación del color, es decir, indica la concentración del color en la muestra, (Lawless, 1998) se encuentra directamente relacionado con los valores de b^* ya que guardan la misma tendencia. La coordenada h° indica el ángulo donde se ubica el color de la muestra, simulando que las coordenadas a^* y b^* se encuentran graficados sobre un círculo de 360°, este valor se relaciona directamente con el color, (Lawless, 1998), en la Figura 4 se presentan los ángulos de esta figura geométrica y la representación de las coordenadas de color.

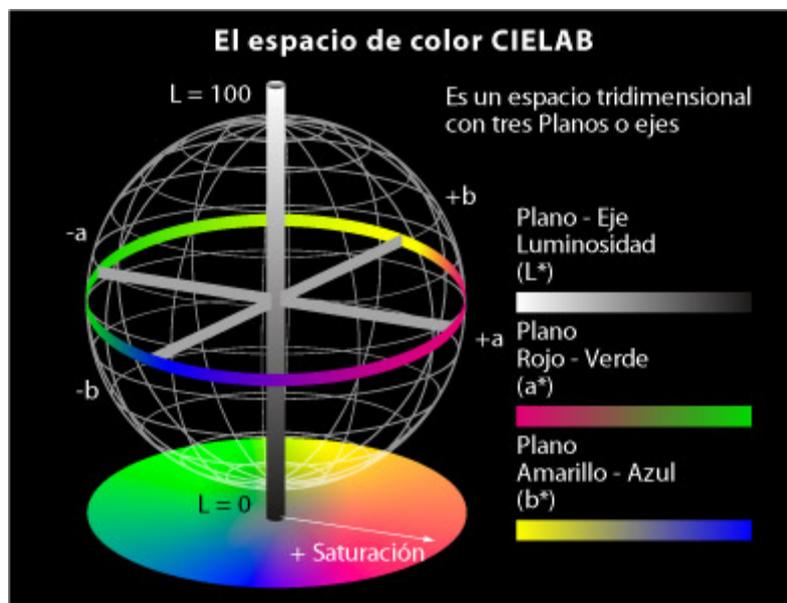


Figura 4. Representación de las coordenadas $L^*a^*b^*$ del sistema CIELAB para la medición instrumental del color.

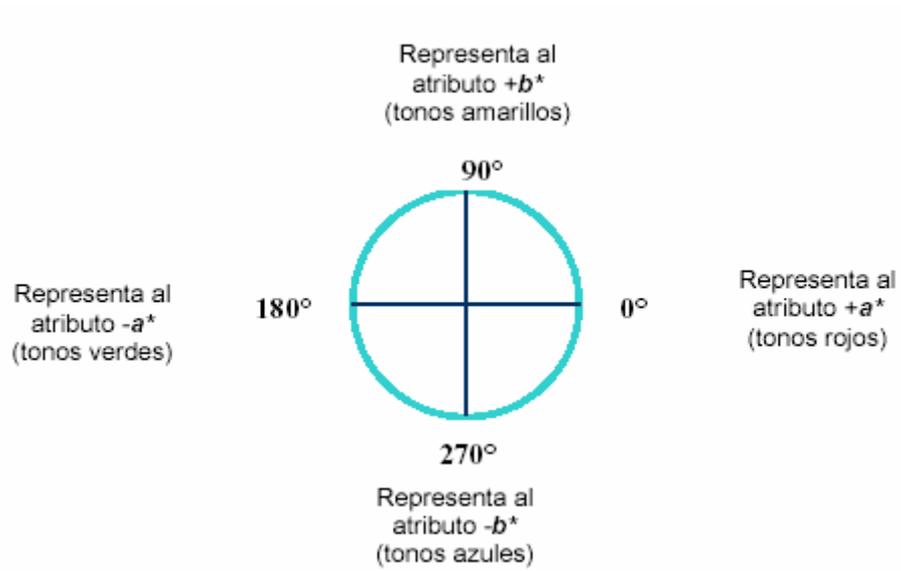


Figura 5. Ángulos representativos de los atributos de color

IV. HIPÓTESIS

- El huitlacoche producido en diferentes variedades de maíz, presentará características sensoriales acorde con la variedad de maíz donde se cultiva y estas serán distintas a las del huitlacoche silvestre.

VI. METODOLOGÍA

6.1 MUESTRAS DE HUITLACOCHÉ

Las muestras de huitlacoche empleadas en este estudio fueron cultivadas en las variedades de maíz que se muestran en la Tabla 4. Las muestras se almacenaron en congelación previa a la evaluación. Únicamente las muestras 5, 6 y 7 se evaluaron tanto en fresco como congeladas.

Tabla 4. Muestras de Huitlacoche para Evaluación Sensorial

Variedad de Maíz (híbrido)	Nombre del Productor de Semilla
ASPROS 031	ASPROS
ASPROS 820	ASPROS
ASPROS 822	ASPROS
ASPROS 900	ASPROS
ASPROS 902	ASPROS
ASPROS 905	ASPROS
ASPROS 910	ASPROS
ASPROS 948	ASPROS
ASPROS 1501	ASPROS
7573	ASGROW (MONSANTO)
Matador	CONLEE
Milenio	CONLEE
Pantera	ASGROW (MONSANTO)
SB-308	CONLEE
Tornado Elotero	CERES

Las muestras de champiñones y setas frescas y congeladas empleadas en este estudio se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Muestras de Champiñones y Setas para Evaluación Sensorial

Muestra	Fecha de recepción
Champiñón 1 ^a	03-Nov-08
Champiñón 2 ^a	03-Nov-08
Criminis	03-Nov-08
Portobello	03-Nov-08
Setas	03-Nov-08

Las muestras de champiñones enlatados empleadas en este estudio se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Muestras de Champiñones Enlatados para Evaluación Sensorial

Champiñones Enlatados	Fecha recepción
CHINA	03-Nov-08
INDIA	03-Nov-08
MÉXICO	03-Nov-08

a) Almacenamiento De Las Muestras.- Las muestras de huitlacoche se recibieron en mazorcas (Figura 6) se desgranaron apartando únicamente las agallas completas (Figura 7) y se almacenaron, en bolsas ziploc etiquetadas con los datos de la muestra y fecha de recepción, en congelación a -10°C hasta el momento de su uso.



Variedad 820



Variedad 822



Variedad 910

Figura 6. Diferentes Variedades de Maíz con Crecimiento de Huitlacoche



Figura 7. Huitlacoche desgranado para congelar

b).- Las muestras de champiñones se recibieron frescas. Se almacenaron en bolsas ziploc etiquetadas con la fecha de recepción en congelación a -10°C hasta el momento de su utilización. A estas muestras se les determinará el perfil sensorial y se les medirá el color de manera instrumental.

Preparación.- Las muestras de huitlacoche en congelación se prepararon en una sartaneta eléctrica marca Black&Decker a la parrilla a 240°C por 10 minutos moviéndolas para evitar que se quemaran, después de ese tiempo se apagó la sartaneta y se presento a los jueces en platos con seis agallas para evaluar. Las muestras de champiñones se lavaron y desinfectaron con Mycrodin[®] en 1L de agua con 8 gotas por 10 minutos, rebanaron y se prepararon en la misma sartaneta eléctrica a 240°C por 10 minutos moviéndolas para evitar que se quemaran, después de ese tiempo se apagó la sartaneta y se presento a los jueces en platos con dos cucharadas para evaluar.

6.2 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial del huitlacoche se realizó con un grupo de jueces entrenados que sirvió para describir y cuantificar las características sensoriales. A continuación se describen cada una de las etapas de selección y entrenamiento.

6.2.1 SELECCIÓN DEL PANEL

Se entiende por selección a la etapa previa al entrenamiento que permite mediante un cuestionario conocer los hábitos de alimentación, alergias y gusto por las muestras a evaluar y una serie de pruebas sensoriales para evaluar el umbral, la capacidad discriminante, la capacidad olfatoria de las personas interesadas en formar parte del grupo de jueces.

Considerando lo reportado por Ibáñez (2001), para formar parte de los candidatos a jueces las personas deben:

- Mostrar **interés y motivación** lo que permitirá que tengan una buena disposición.
- **Comportamiento frente a las muestras.** Se debe conocer si los jueces presentan alguna repulsión hacia algún alimento en particular. También es necesario conocer los hábitos alimentarios de los candidatos como son:

- a) **La dieta:** que tendencias de alimentos tienen, si llegan a consumir hongos y verduras en general porque la familiaridad con el producto en estudio es deseable. Si la persona no acostumbra comer hongos, ya sea por alergia, intolerancia o por rechazo al sabor no podrían participar.
- b) **Frecuencia de ingesta:** es necesario conocer ésta, ya que así sabremos que son personas que no tendrán ningún tipo de repulsión hacia el hongo. Si la persona acostumbra comerlos estará más familiarizado con el sabor y los resultados serán más objetivos.
- c) **Habilidades.** es necesario que los candidatos tengan habilidades físicas e intelectuales como la concentración de forma aislada con respecto a su entorno. También hay que considerar su capacidad para describir las sensaciones percibidas, un amplio vocabulario nos ayudara a ser más específicos en cuanto a los descriptores que pediremos. El estado de **salud** de la persona es muy importante ya que hay que detectar sabores y olores y si las personas padecen alguna enfermedad (intolerancia, alergia o aversión a un producto) o discapacidad que afecte los sentidos involucrados en la evaluación no podrán ayudar a generar resultados reproducibles.
- d) **Disponibilidad.** deberán tener la disposición de tiempo para realizar las evaluaciones. Desde un inicio se tomará la asistencia de las personas permitiendo un máximo de tres faltas justificadas, si no se respeta este lineamiento automáticamente se les dará de baja.

Para evaluar los puntos antes mencionados se aplicó un cuestionario con el título **ENCUESTA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS (Anexo 1)**, éstos fueron entregados y llenados por las personas interesadas en el proyecto, lo que permitió conocer el perfil de la persona y por lo tanto saber si era candidato a ser juez del panel. Posteriormente se les notificó a las personas que cumplieron con el perfil requerido, que podían iniciar el proceso de selección.

Se dio una plática a los candidatos, abordando temas como una introducción a la evaluación sensorial, los métodos sensoriales en los que ellos van a participar, en que consisten y la importancia de sus respuestas, además de las reglas básicas para lograr una evaluación sensorial que genere datos veraces, reproducibles y confiables.

6.2.2 SELECCIÓN DE JUECES

Se realizó una serie de pruebas, como la prueba de umbral para conocer el umbral grupal y la concentración a la cual cada uno de los participantes detecto los gustos básicos; también, se utilizo la prueba triangular para determinar si existe diferencia sensorialmente perceptibles entre dos muestras, y la prueba de memoria olfativa para evaluar la capacidad me memorizar olores que no les son familiares. Las pruebas a realizar fueron las siguientes:

6.2.2.1 Pruebas de Umbral Absoluto de Identificación

Para evaluar la capacidad gustativa del panel, se realizaron pruebas de umbral para los cuatro gustos básicos: dulce, amargo, salado y ácido (Anexo 2) (Lawless, 1998; Meilgaard, 1999).

Se prepararon soluciones de diferentes concentraciones de sacarosa, cloruro de sodio, cafeína y ácido cítrico ya probadas en otros grupos de jueces con características de edad y ocupación similar. En la Tabla 7 se muestran los estándares y las concentraciones que se utilizaron. Se realizó una regresión lineal de la gráfica de percepción contra la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata.

**Tabla 7. Rangos De Concentraciones de Referencias de Gustos Básicos
Para Pruebas De Umbral**

GUSTO	COMPUESTO	MARCA	g/mL
DULCE	SACAROSA	Azúcar Great Value. Wall-Mart México. S. A. de C.V.	DE 0.05 A 1.0
AMARGO	CAFEÍNA	Reactivo Analítico C2500. No. CAS 58-08-2. Lote 971003. PM 194.19.	DE 0.002 A 0.008
ACIDO	ÁCIDO CÍTRICO	J.T. Baker Monohidrato, granular 0119-01. No. CAS 5949-29-1. Lote L32466 PM 210.14	DE 0.005 A 0.035
SALADO	COLORURO DE SODIO	Sal Refinada LA FINA, Sales del Istmo, S.A. de C.V.	DE 0.02 A 0.2

FUENTE: JARDÓN, 2006.

En el caso de que los umbrales de los panelistas estuvieran fuera de los rangos antes mencionados, el rango de concentraciones se ampliará y se probará nuevamente (Tabla 8).

Tabla 8. Rangos de concentraciones ampliadas para pruebas de umbral

GUSTO	RANGO DE CONCENTRACION (%) (g/mL)
DULCE	DE 0.05 A 1.0
AMARGO	DE 0.002 A 0.012
ACIDO	DE 0.005 A 0.06
SALADO	DE 0.02 A 0.3

El umbral absoluto es la concentración a la cual el 50% de la población (panel) percibe el gusto básico. Los umbrales no son extrapolables ya que varían de persona a persona e incluso en el tiempo de percepción del panelista (Vera, 2007). Los resultados se analizaron en forma porcentual, se presentaron en gráficas y se realizó una regresión lineal para conocer la concentración en la intersección del 50% de respuestas.

6.2.2.2 Pruebas Triangulares

Para determinar la capacidad discriminante de los panelistas se realizaron 5 pruebas triangulares (Figura 8) (Anexo 3). Se les pidió a los jueces encontrar la muestra diferente de una triada, en la que dos de las muestras son iguales y la tercera es diferente de estas. Las pruebas se realizaron con los productos enlistados en la Tabla 9. Se manejaron para cada producto tres marcas diferentes. Las muestras se codificaron con números aleatorios de tres dígitos, presentándose las muestras de manera aleatorizada. Para poder continuar en el proceso de selección los participantes debieron tener el 58 % de los aciertos.



Figura 8. Fotografía del Desarrollo de una Prueba Triangular

Tabla 9. Productos para pruebas triangulares y valorar capacidad discriminante

PRODUCTO	MARCAS COMERCIALES
REFresco DE COLA	BIG COLA
	COCA-COLA
	GREAT VALUE
CHÍCHAROS ENLATADOS	GREAT VALUE
	LA COSTEÑA
	HERDEZ
CHAMPIÑONES ENLATADOS	MONTEBLANCO
	DEL FUERTE
	HERDEZ
JUGO DE TOMATE	SONRISA
	JUMEX
	GREAT VALUE
PAPAS FRITAS	SABRITAS
	CHIPS
	OK!

6.2.2.3 Prueba de memoria olfativa

La prueba de memoria olfativa tiene la finalidad de familiarizar al panel con olores poco comunes, relacionando el estímulo percibido del olor con su nombre correspondiente. En dos sesiones se les pidió que identificaran una serie de 10 olores diferentes, que se muestran en la Tabla 10, y finalizada cada sesión se les dijo de qué olor se trataba (Anexo 4). En 2 posteriores sesiones, divididas en dos días cada sesión, se les pidió que olieran nuevamente la serie de 10 olores diferentes identificando el olor del que se trataba. El criterio de selección fue elegir a aquellos jueces que tuvieron el 70% de aciertos en la identificación de olores.

Tabla 10. Olores para la prueba de memoria olfativa

OLORES	MARCA	CLAVE
CAFÉ	QUEST INTERNATIONAL	IN01043
CANELA	QUEST INTERNATIONAL	01677TT
CEBOLLA	QUEST INTERNATIONAL	-
CLAVO	SODEXIM, SABORES Y PERFUMES	-
LIMÓN	QUEST INTERNATIONAL	09861TT
MENTA	ACEITES Y ESCENCIAS	-
NOTAS VERDES	LUCTA	-
PIMIENTA	LUCTA	-
HIERBABUENA	SODEXIM, SABORES Y PERFUMES	MP1857
ORÉGANO	SODEXIM, SABORES Y PERFUMES	-

Al final de las pruebas de selección se obtuvo el porcentaje promedio de aciertos del grupo.

Se seleccionaron a los jueces de acuerdo a los siguientes criterios:

- Buen estado de salud (sin presentar alergias y discapacidad que afecte los sentidos)
- Disponibilidad para asistir a las sesiones en los horarios acordados
- Percibir los diferentes gustos básicos en las pruebas de umbral
- Obtener más del 58 por ciento de aciertos en las pruebas triangulares
- Obtener más del 70 por ciento de aciertos en la prueba de memoria olfativa
- Gusto por las muestras que se evalúan (no ser intolerantes al huitlacoche y hongos)

6.2.3 ENTRENAMIENTO

El entrenamiento tendrá como objetivo familiarizar a los panelistas con la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo, mejorando las habilidades discriminantes de los panelistas, generando el lenguaje a utilizar, eliminando sinónimos, antónimos, terminología ambigua, el método de evaluación apropiado para los descriptores generados y enseñando el uso correcto de las escalas y unificar el criterio de evaluación (Utrera, 2006).

En la primera etapa los panelistas generaron descriptores utilizando productos relacionados con el huitlacoche. Se utilizaron muestras de huitlacoche silvestre y cultivado en dos diferentes variedades de maíz (901 y Tornado Elotero) y además dos diferentes variedades de champiñones como el Portobello y el champiñón. Todas las muestras fueron evaluadas tanto crudas como preparadas. Ambos tipos de muestra se lavaron y desinfectaron con 8

gotas de Mycrodin[®] en 1 L de agua por 10 minutos. Las muestras preparadas se descongelaron durante 1 hora en el refrigerador -4°C para posteriormente prepararse a la parrilla durante 10 min. a 240 °C.

6.2.4 EVALUACIÓN DE MUESTRAS

La evaluación de muestras se dividirá como se menciona a continuación:

- PARTE I.- Efecto del lote de producción en las características sensoriales de las variedades Aspros 822 y Aspros 1501 de huitlacoche cultivado
- PARTE II.- Comparación de las características sensoriales del huitlacoche cultivado y el huitlacoche silvestre en fresco
- PARTE III.- Efecto de la congelación en las características huitlacoche cultivado
- PARTE IV.- Efecto de la congelación en las características sensoriales del huitlacoche silvestre
- PARTE V.- Comparación de las características sensoriales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre en fresco
- PARTE VI.- Comparación de las características sensoriales de champiñones y huitlacoche silvestre almacenados en congelación
- PARTE VII.- Efecto de la congelación en las características sensoriales de los champiñones
- PARTE VIII.- Comparación de las características sensoriales de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

6.2.5 EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

El color del huitlacoche, champiñones y setas se evaluará de manera instrumental con el espectrofotómetro Minolta CM-3600d (Figura 9a). Este instrumento permitirá evaluar el color de todas las muestras, tanto de huitlacoche como de champiñones y setas. Se les medirá el color cubriéndolas de manera individual con Kleen pack (Figura 9 b, c). En el caso del huitlacoche se medirá color en 2 diferentes zonas denominadas parte superior y base de la agalla (Figura 9 d).



Figura 9a) Equipo Minolta CM-3600d Figura 9b) Evaluación de color de las agallas



Figura 9c) Preparación Individual de las muestras



Parte superior

Parte inferior

Figura 9 d) Parte superior e inferior de la Agalla

El análisis de color se llevó a cabo mediante el sistema CIE Lab. Las condiciones para la medida instrumental de color se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Condiciones de evaluación instrumental de color en Huitlacoche

Parámetro	Condición
No. de disparos o flashes	1
Estándar	Nulo
Energía UV	Incluida
Componente especular	Excluido
Área de visión	Pequeña
Sistema de Reporte de color	CIE L*a*b*

El número de disparos se sugirió por el proveedor ya que de este modo el equipo sufre menos desgaste con el paso del tiempo, la energía UV es incluida en la determinación ya que se requiere que la evaluación del producto se realice con luz de día; el componente especular excluido se seleccionó porque permite correlacionar la medida hecha por el ojo humano y el instrumento, por lo que al evaluar el color toma en cuenta el brillo y la textura (apariencia) de la muestra, lo que permite una mayor discriminación por parte del equipo. No se usó estándar en ninguna de las evaluaciones, ya que no existen estudios o referencias en las cuales basarse (Escamilla, 2006).

6.2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos sensorial e instrumentalmente se analizarán empleando el método de Análisis de Varianza de una vía (ANOVA), con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre las distintas muestras evaluadas con el 95% de significancia. Si existe una diferencia significativa se aplicará la prueba LSD para determinar entre que atributos existe dicha diferencia. Los cálculos se realizarán empleando el software STATGRAPHICS Plus 5.1.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las muestras de huitlacoche evaluadas en este estudio, fueron cultivadas en diferentes variedades de maíz (ver Tabla 4 del apartado de materiales y métodos).

7.1.1 SELECCIÓN DE JUECES

Como se mencionó en la metodología, la selección de los jueces se basó en los datos que obtuvimos en la ENCUESTA DE SALUD Y HáBITOS ALIMENTICIOS con la que fue posible conocer los hábitos de consumo de las personas, estado de salud que no impidiera el que participaran en la selección y posterior entrenamiento, también fue posible programar un horario específico para llevar a cabo las sesiones, nos permitió conocer el gusto de los participantes hacia las muestras a evaluar. De este modo pudimos obtener el perfil de las personas interesadas en participar en el panel. El trabajo de selección del panel, se inició con 24 personas, cuyos nombres aparecen en la Tabla 12.

Tabla 12. Participantes para Selección del Panel

No. Juez	Nombre
1	Agustín Reyó Herrera
2	Belén Ramírez Gómez
3	Benjamín Romero Soto
4	Claudia Franco Rangel
5	Diana Betsabé González
6	Gabriela Gachuz López
7	Jessica M. Robert Rivera
8	Jorge Velazquez Reyes
9	Ma. De Lourdes Osnaya S.
10	Luisa María Acuña Muñoz
11	Magally Vargas Miranda
12	Mauricio Franco Castillo

No. Juez	Nombre
13	Mireya Rubio Ayala
14	Montserrat Frías Hermosillo
15	Noé Rodríguez Cruz
16	Oscar Arias Torres
17	Osvaldo García García
18	Pamela E. Sánchez Díez
19	Samantha Castillo Hernández
20	Susana Zaragoza López
21	Verónica Camarillo Vega
22	Eduardo Martínez López
23	Aria Berenice García García
24	Adrián Martínez Escobar

A los participantes se les aplicó una serie de pruebas sensoriales que se describen a continuación:

7.1.1.1 Pruebas de umbral absoluto de identificación

Se aplicaron pruebas de umbral para la selección de los jueces. Los umbrales absolutos del grupo de jueces para los cuatro gustos básicos (Tabla 13) fueron 0.023 g/mL de ácido cítrico para el gusto ácido, 0.083 g/mL de cloruro de sodio para el gusto salado, 0.22 g/mL de sacarosa para el gusto dulce y 0.030 g/mL de cafeína para el gusto amargo estos umbrales fueron mayores que los reportados por otros grupos con participantes en el mismo rango de edad a excepción del gusto dulce. Con base en estos resultados se evaluó a las personas que presentaron umbrales cercanos al del grupo y que no tenían problemas para identificar los gustos básicos.

Tabla 13. Umbrales del Panel

GUSTO	UMBRAL (g/mL)			
	PANEL A	PANEL B	PANEL C	PANEL HUITLACOICHE
ACIDO	0.0166	0.017	0.0137	0.023
SALADO	0.062	0.046	0.0451	0.083
DULCE	0.369	0.45	0.254	0.22
AMARGO	0.018	0.015	0.008	0.0297

FUENTE:

Panel A. "Estudio del Efecto de la Capsaicina en la Textura en Geles". Jardón, 2006.

Panel B. Tortilla. "Perfil Sensorial de Tortillas Nixtamalizadas Elaboradas con Tres Variedades de Maíz". Barrios, 2007.

Panel C. "Queso Cotija auténtico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color". Utrera, 2006.

Las gráficas de umbral para los cuatro gustos básicos (Figuras 10, 11, 12 y 13) mostraron que al aumentar la concentración del gusto evaluado, el porcentaje de reconocimiento también aumentó.

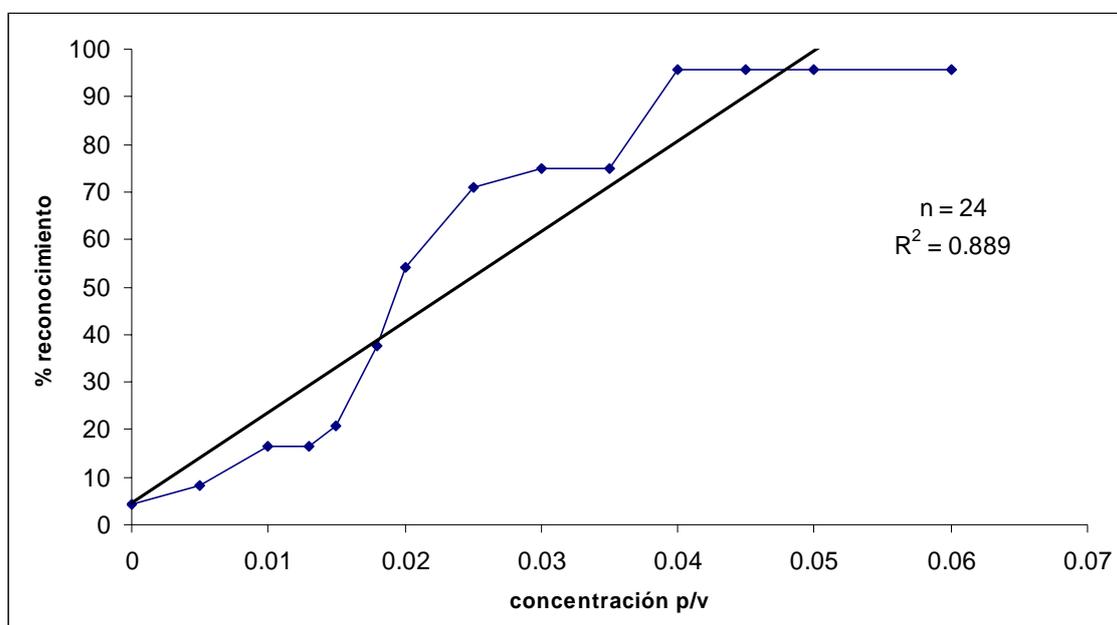


Figura 10. Umbral de reconocimiento para gusto ácido con ácido cítrico
 Los resultados representan el porcentaje de aciertos dado por 24 participantes

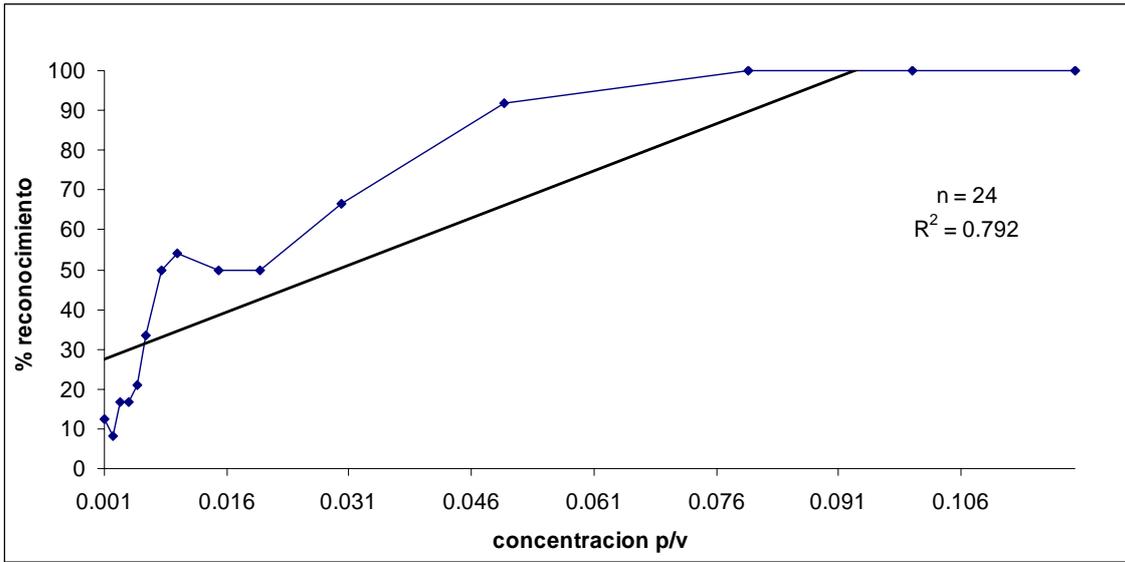


Figura 11. Umbral de reconocimiento para gusto amargo con cafeína
 Los resultados representan el porcentaje de aciertos dado por 24 participantes

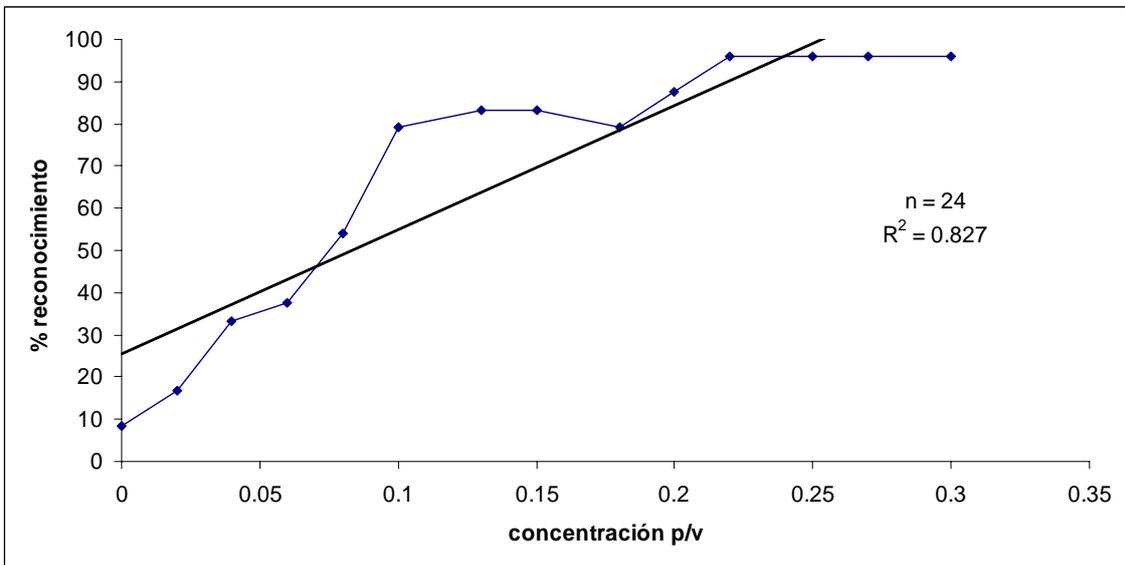


Figura 12. Umbral de reconocimiento para gusto salado con cloruro de sodio
 Los resultados representan el porcentaje de aciertos dado por 24 participantes

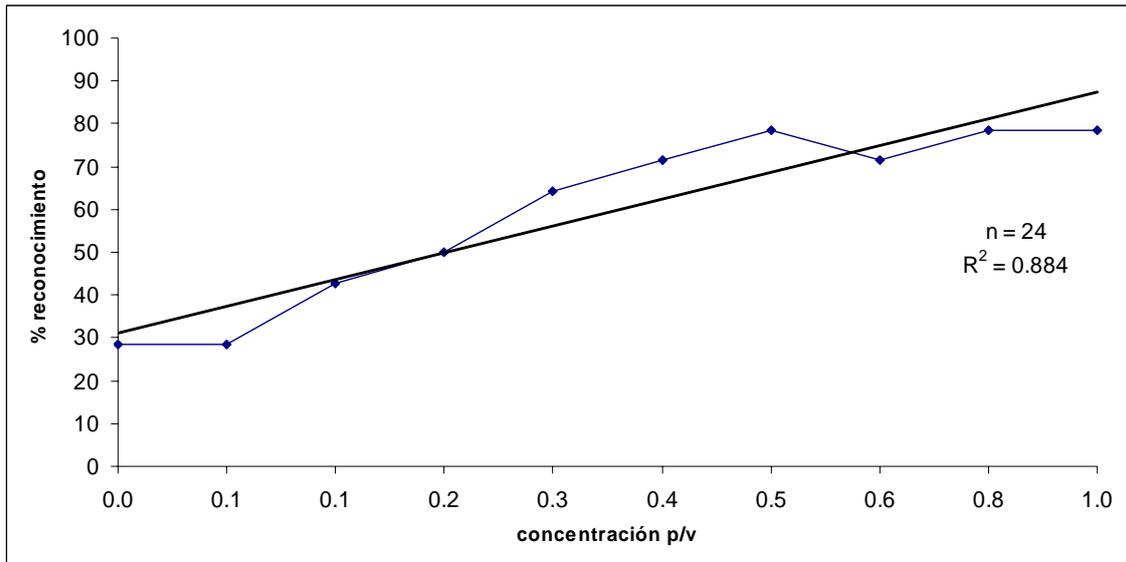


Figura 13. Umbral de reconocimiento para gusto dulce con sacarosa

Los resultados representan el porcentaje de aciertos dado por 24 participantes

*n = participantes antes del entrenamiento

En esta prueba los jueces 2, 4, 7-9, 11-17, 21-22 y 24 conocimos los umbrales grupales y no presentaron problemas en la identificación de los gustos básicos.

7.1.1.2 Pruebas Triangulares

Las pruebas triangulares se aplicaron para conocer la capacidad discriminante de los jueces. En cada una de las pruebas que se realizaron se obtuvieron diferentes números de aciertos, dependiendo del grado de dificultad que las muestras presentaban, así por ejemplo la muestra de chicharos presentó un bajo porcentaje de aciertos debido a que fueron muestras muy parecidas. En general los jueces presentaron porcentaje de reconocimiento mayor al 58%. Los resultados de las pruebas triangulares se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de las Pruebas Triangulares

JUEZ	MUESTRAS					Aciertos (Total)	Aciertos (%)
	Refresco de cola	Chícharos	Papas fritas	Champiñones	Jugo de Tomate		
1	-	2	-	-	-	2	13*
2	-	1	3	-	2	6	40*
3	2	3	3	1	3	12	80
4	3	2	3	2	2	12	80
5	1	-	2	2	2	7	47*
6	2	2	2	3	2	11	73
7	3	1	3	3	3	13	87
8	3	3	2	1	3	12	80
9	2	-	3	1	2	8	53*
10	-	1	2	2	2	7	47*
11	2	1	2	2	2	9	60
12	2	1	3	2	1	9	60
13	2	2	3	1	2	10	67
14	2	1	3	1	3	10	67
15	2	2	2	1	1	8	53*
16	1	2	2	1	2	8	53*
17	1	2	3	2	1	9	60
18	2	1	2	-	2	7	47*
19	2	1	2	2	3	10	67
20	2	1	3	3	2	11	73
21	2	2	3	2	3	12	80
22	-	-	3	2	2	7	47*
23	2	-	-	1	2	5	33*
24	2	3	3	1	2	11	73

* Aciertos menores al 58% no continúan entrenamiento.

Para continuar con la selección, se tomo como criterio que en las pruebas triangulares presentaran el 58% de los aciertos por el tipo de muestra evaluada y que se han llevado con otros grupos en función del resultado de otros paneles, queriendo decir con esto que serían personas aptas para

continuar con el entrenamiento ya que fueron sensibles para detectar diferencias entre dos muestras.

7.1.1.3 Memoria Olfativa

Los resultados de memoria olfativa se presentan en la siguiente tabla (Tabla 15)

Tabla 15. Aciertos en Memoria Olfativa

JUEZ	ACIERTOS (TOTAL)	ACIERTOS (%)
3	13	100.0
4	12	92.3
6	13	100.0
7	12	92.3
8	12	92.3
11	10	76.9
12	11	84.6
13	12	92.3
14	12	92.3
17	11	84.6
19	13	100.0
20	12	92.3
21	10	76.9
24	11	84.6

Con los resultados obtenidos fue posible observar que la mayoría de las personas del panel no tuvieron problema en reconocer los olores que se les presentaban después de haberlos relacionado en la primera sesión de memoria olfativa. En esta prueba, las personas que obtuvieron más del 70 % de aciertos continuaron con el proceso de entrenamiento.

7.2 ENTRENAMIENTO

Al terminar con las pruebas de selección, y después de evaluar sus capacidades en el uso de los sentidos, se seleccionaron 12 jueces: 4, 6-8, 11-

14, 17, 19-21, que cumplieron con los criterios mencionados (ver pág 43) para iniciar con el entrenamiento.

7.2.1 ANALISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

7.2.1.1 Generación De Descriptores

Se llevó acabo la generación de descriptores del huitlacoche evaluando muestras de champiñones y huitlacoche silvestre (Anexo 5). Los atributos generados fueron de olor, apariencia, textura evaluada con la mano, textura evaluada en boca y flavour (Tabla 16).

Tabla 16. Descriptores Generados en Huitlacoche y Champiñones

OLOR	APARIENCIA	Textura evaluada con la mano	Textura evaluada con la boca	Flavour
Dulce (maíz)	Brilloso	Suave	Jugoso	Acido
Nota Amarga	Gris con blanco	Blanda	Crujiente	Dulce
Notas verdes	Nacarado	Resbaloso	Arenoso	Amargo
Aceitoso	Gris	Liso	Fibroso	Astringente
	Deforme	Húmedo	Duro	Maíz
	Húmeda	Fracturable		Tierra
	Negro			

Después de dos sesiones de discutir en grupo los atributos, selección de los atributos que mejor describen la percepción y de elaborar su definición y su técnica de evaluación, se elabora el perfil del huitlacoche. Estos atributos se muestran en las Tablas 17 a 21.

Tabla 17. Descriptores de Olor Generados para Apremiar Sensorialmente el Huitlacoche

ATRIBUTO	DEFINICION (OLOR)	ESCALA
Notas verdes	Olor a hierba mojada	Suave a intenso
Tierra Mojada	Olor a tierra mojada	Suave a intenso
Nota amarga	Olor a nota amarga	Suave a intenso
Aceitoso	Olor a aceite de maíz	Suave a intenso

Técnica de apreciación para el olor:

- Oliendo el tubo con el olor de notas verdes, tierra mojada, café y aceite de maíz a 10 cm de la nariz.
- El olor se evaluará directamente de los contenedores (tuppers de plástico de 9.5x10 y capacidad de 946 mL) de cada muestra.

Tabla 18. Descriptores de Apariencia Generados para Evaluar Huitlacoche

ATRIBUTO	DEFINICION (APARIENCIA)	ESCALA
Brilloso	Cantidad de luz reflejada por la muestra ó	Opaco a brillante
Color en la parte	El que se percibe a simple vista en la parte	Gris oscuro a
Color en la base	El que se percibe a simple vista en la base o	Blanco amarillento

Técnica de apreciación para la apariencia:

- El atributo brillante se evaluará observando gelatina de leche sabor fresa (Gari de leche) como opaco y gelatina de agua sabor fresa (Gari) como brillante.
- Para la apariencia evaluarán de la misma charola el color, con ayuda de las imágenes para cada atributo.
- El color superior se evaluará con fotos de huitlacoche que ejemplifica los distintos tonos (Figura 14)

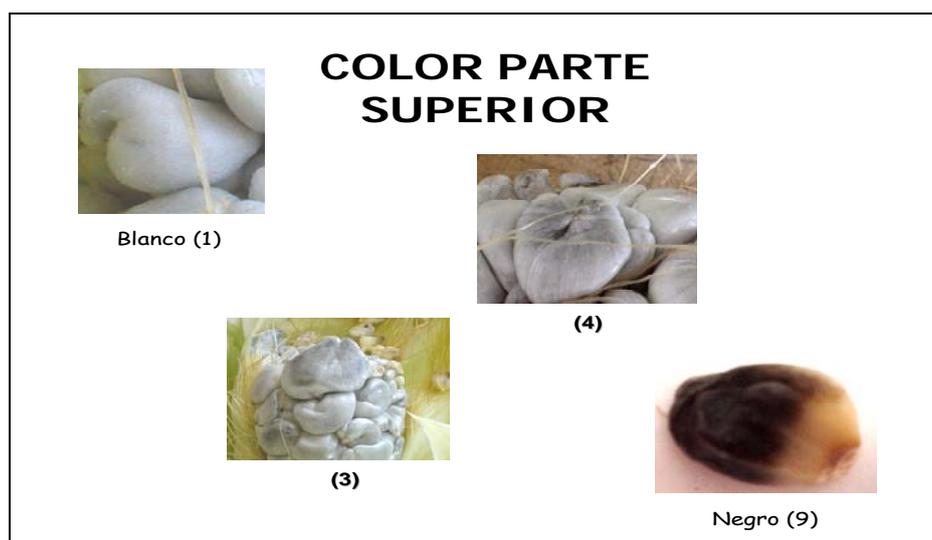


Figura 14. Estándares de color para evaluar la intensidad 1, 3, 4 y 9 en la parte superior de la agalla

- El color en la base se evaluará con fotos de huitlacoche que ejemplifica los distintos tonos (Figura 15)

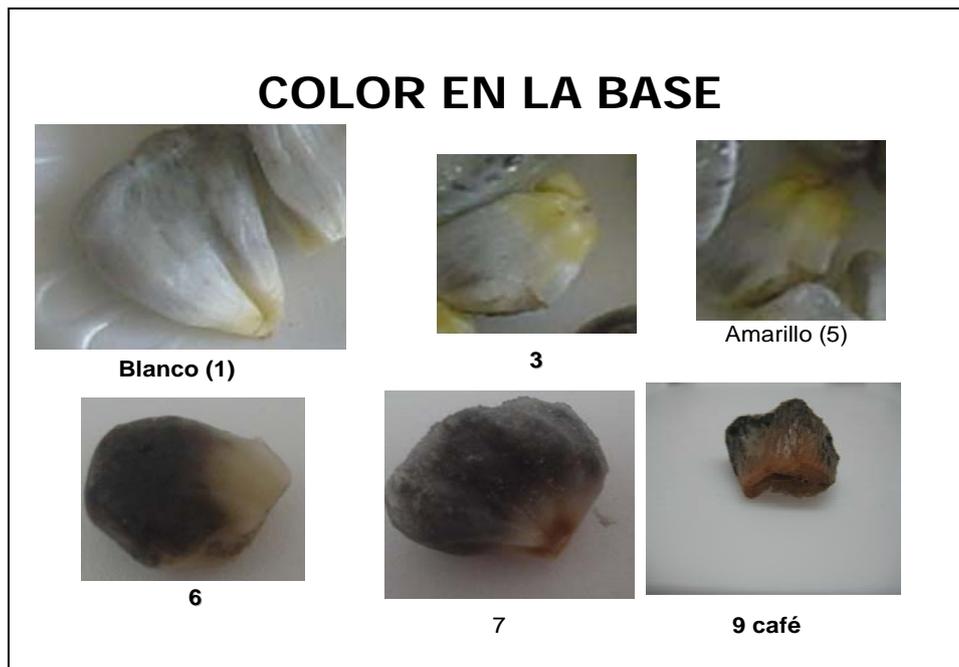


Figura 15. Estándares de color para evaluar la intensidad 1, 3, 5, 7 y 9 en la base de la agalla

Tabla 19. Descriptores de Textura evaluada con la mano para Evaluar Huitlacoche

ATRIBUTO	DEFINICION (TEXTURA EVALUADA CON LA MANO)	ESCALA
Blando	Resistencia que presenta un objeto para ser deformado o	Blando a duro
Liso	Percepción granular de la superficie que se determina	Liso a rugoso
Húmedo	Cantidad de agua liberada de la muestra	Húmedo a seco
Fracturable	Facilidad para romper a la mitad una muestra	Menos a más

Técnica de apreciación para la textura evaluada con la mano

- Evaluarán lo “blando” presionando la muestra sobre el plato con el dedo índice sin ejercer mucha fuerza para no deformar la muestra, siendo la referencia de “blando” el pan blanco (Bimbo) y de “duro” el pan tostado (Bimbo).

- Evaluarán lo “liso” pasando el dedo índice de lado a lado de la agalla, siendo la referencia de “liso” la gelatina de agua (Gari) y la de “rugoso” el pan tostado (Bimbo).
- Evaluarán la “humedad” colocando la agalla sobre un papel de 2cm x 2 cm para observar que tanto moja sin presionar la muestra sobre el papel, siendo la referencia de “húmedo” la gelatina de agua (Gari) y la de “seco” una gomita de viborita (Lucky Gummies).
- Evaluarán lo “fracturable” doblando a la mitad la muestra, siendo la referencia de menos “fracturable” una gomita de viborita (Lucky Gummies) y la de más “fracturable” el pan tostado (Bimbo).

Tabla 20. Descriptores de Textura evaluada con la boca para Evaluar Huitlacoche

ATRIBUTO	DEFINICION (TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA)	ESCALA
Dureza	Fuerza que se ejerce con los dientes incisivos sobre la	Suave a duro
Crujiente	Sonido que emite un alimento al masticar	Poco a mucho
Jugoso	Cantidad de agua liberada durante la masticación de la	Seco a jugoso
Arenoso	Percepción de gránulos en la masticación	Arenoso a
Fibroso	Sensación de hebras en la boca durante la masticación	Poco a mucho

Técnica de apreciación para textura EVALUADA CON LA BOCA:

- Evaluarán la “dureza” mordiendo la muestra con los dientes incisivos y registrarán la fuerza necesaria para penetrar el huitlacoche, siendo la referencia de “suave” el pan blando (Bimbo) y “duro” el pan tostado (Bimbo).

- Evaluarán lo “crujiente” masticando la muestra, siendo la referencia de poco “crujiente” el pan blanco (Bimbo) y de muy “crujiente” el pan tostado (Bimbo).
- Evaluarán la “jugosidad” masticando la muestra, siendo la referencia de “seco” el polvo de cacao (Hershey’s) y la de “jugoso” una manzana amarilla.
- Evaluarán lo “arenoso” masticando la muestra, siendo la referencia de “arenoso” el panque con nueces (Bimbo) y la de “pastoso” una pera verde.
- Evaluarán lo “fibroso” masticando la muestra, siendo la referencia de poco “fibroso” una zanahoria cocida y la de muy “fibroso” los espárragos.

Tabla 21. Descriptores de Flavour para Evaluar Huitlacoche

ATRIBUTO	DEFINICION (Flavour)	ESCALA
Dulce	Gusto asociado con solución de sacarosa	Suave a intenso
Maíz	Se evaluará el flavour a maíz	Suave a intenso
Amargo	Gusto asociado con solución de cafeína	Suave a intenso
Tierra	Sabor asociado a tierra mojada en el huitlacoche	Suave a intenso
Ácido	Gusto asociado con solución de ácido cítrico	Suave a intenso
Astringente	Sensación de sequedad o rasposo en el interior de la boca	Suave a intenso

FLAVOUR:

- Evaluarán el “dulzor” probando 5 mL de solución de sacarosa.
- Evaluarán el flavour a “maíz” probando un tercio de tamal de maíz comprado en la salida federal a Cuernavaca.

- Evaluarán lo “amargo” probando una solución de 5 mL de café.
- Evaluarán el sabor a “tierra” probando dos agallas del huitlacoche de la variedad Aspros 948.
- Evaluarán lo “ácido” probando 5 mL de una solución de ácido cítrico.
- Evaluarán la “astringencia” probando 5 mL de vino tinto de tetra pack (California)

7.2.1.2 Anclaje De Escalas

Después de seleccionar los atributos a evaluar, el siguiente paso fue el anclaje de las escalas que consiste en enseñar a los panelistas utilizando diferentes estándares, con las distintas intensidades de los atributos a evaluar. En esta etapa los estándares utilizados se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Estándares de Referencia

ATRIBUTO	DESCRIPTOR	ESTANDAR
OLOR	Notas Verdes	Tubo de ensayo con notas verdes (Luca)
	Tierra Mojada	Tierra de maceta con agua
	Nota Amarga	Solución de café
	Aceitoso	Aceite de maíz (123)
APARIENCIA	Brilloso	Gelatina de agua (Gari) y gelatina de leche (Gari)
	Color superior	Fotos de huitlacoche
	Color base	Fotos de huitlacoche
TEXTURA EVALUADA CON LA MANO	Blando	Pan blanco (Bimbo) y pan tostado (Bimbo)
	Liso	Gelatina de agua (Gari) y pan tostado (Bimbo)
	Húmedo	Gomita de viborita (Lucky Gummies) y gelatina de agua (Gari)
	Fracturable	Gomita de viborita (Lucky Gummies) y pan tostado (Bimbo)

TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	Dureza	Pan blanco (Bimbo) y pan tostado (Bimbo)
	Crujiente	Pan blanco (Bimbo) y pan tostado (Bimbo)
	Jugoso	Cocoa en polvo (Hershey's) y manzana amarilla
	Arenoso	Panque con nueces (Bimbo) y pera verde
	Fibroso	Zanahoria cocida y espárragos
FLAVOUR	Dulce	Solución de sacarosa al 12% y al 20%
	Maíz	Tamales de maíz tierno
	Amargo	Solución de cafeína 0.03% y 0.05%
	Tierra	Muestras de huitlacoche (Variedad Aspros 948)
	Ácido	Solución de ácido cítrico 0.02% y 0.04%
	Astringente	Vino tinto (California)

7.2.2 EVALUACIÓN DE MUESTRAS DURANTE EL ENTRENAMIENTO

La intensidad de cada descriptor fue evaluada empleando una escala estructurada de 9 puntos, siendo 1 la percepción más baja, 5 la intermedia y 9 la más alta (el "0" se evaluaba en caso de no estar presente). Los resultados de las primeras evaluaciones se muestran en la Tabla 23, donde $j = 12$.

Tabla 23. Primera evaluación con escala de intensidades promedio de la familia de atributos sensoriales que componen al huitlacoche

Muestra Huitlacoche				
ATRIBUTO	DESCRIPTOR	PROMEDIO	DS	CV
OLOR	Notas verdes	4.2	1.6	38.9
	Tierra mojada	4.4	1.7	39.3
	Nota amarga	2.8	1.3	46.6
	Aceitoso	3.9	1.6	42.1
APARIENCIA	Brilloso	4.7	1.9	41.6
	Color superior	8.2	0.8	9.2
	Color base	6.9	1.5	21.5

TEXTURA EVALUADA CON LA MANO	Blando	4.3	1.2	28.8
	Liso	2.9	1.5	50.4
	Húmedo	6.9	0.9	12.8
	Fracturable	2.7	1.7	63.2
TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	Dureza	3.1	1.0	33.3
	Crujiente	3.2	1.2	38.3
	Jugoso	5.2	1.4	26.3
	Arenoso	4.6	1.6	34.0
	Fibroso	4.4	1.4	32.6
FLAVOUR	Dulce	4.8	1.5	31.7
	Maíz	4.7	1.6	33.4
	Amargo	3.0	1.4	47.5
	Tierra	3.8	1.2	31.3
	Ácido	2.9	1.1	39.1
	Astringente	2.9	1.3	44.9

Los atributos de olor fueron los que presentaron mayor dificultad en su evaluación arrojando coeficientes de variación (CV) mayores a 38% como se observa en la Figura 16.

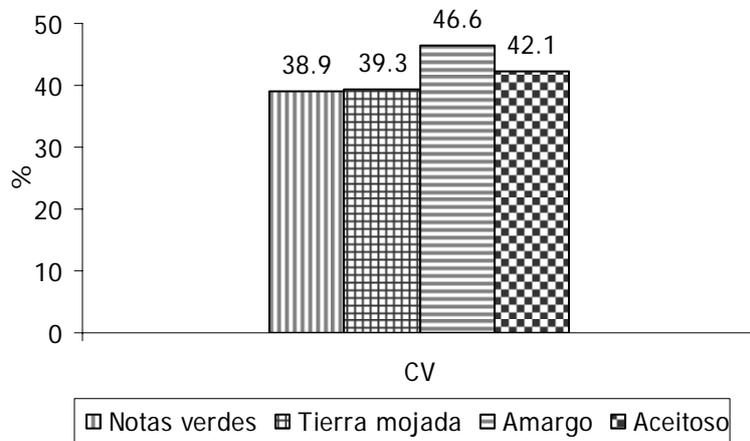


Figura 16. Coeficientes de Variación de Atributos de Olor

En la Figura 17 se observa que en los atributos de apariencia de color obtuvieron coeficientes de variación menores al 22%, mientras que la apariencia brillante presenta un coeficiente de variación del 41.6%.

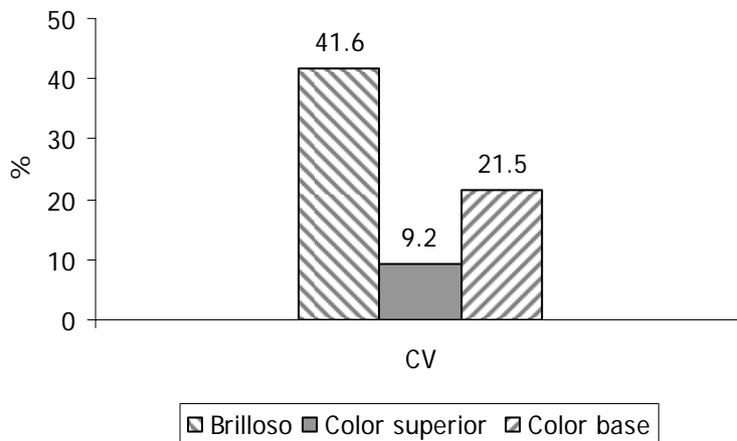


Figura 17. Coeficientes de Variación de Atributos de Apariencia

En la siguiente Figura 18 podemos observar que en la textura evaluada con la mano se obtuvieron coeficientes de variación entre el 12 y 64%, siendo los atributos liso y fracturable los que presentaron la mayor dificultad en su evaluación

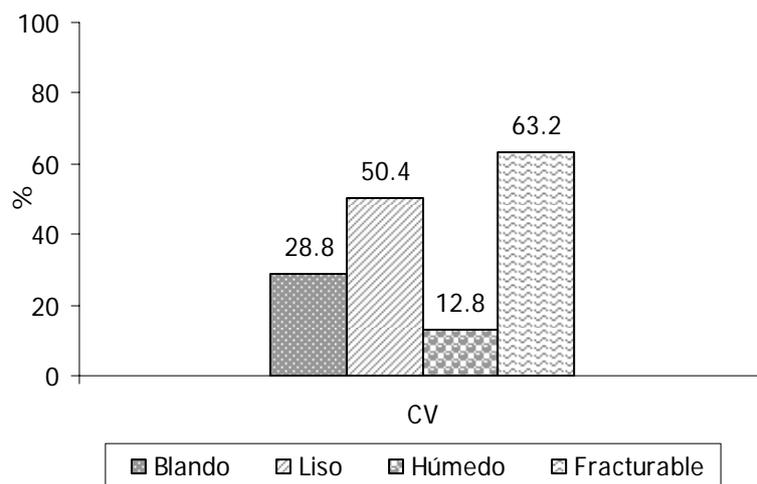


Figura 18. Coeficientes de Variación de Atributos de Textura evaluada con la mano

Para los atributos de textura evaluada con la boca se mantuvieron en un rango entre el 25 y 39% como se observa en la Figura 19, siendo el atributo jugoso el que fue más fácil de evaluar.

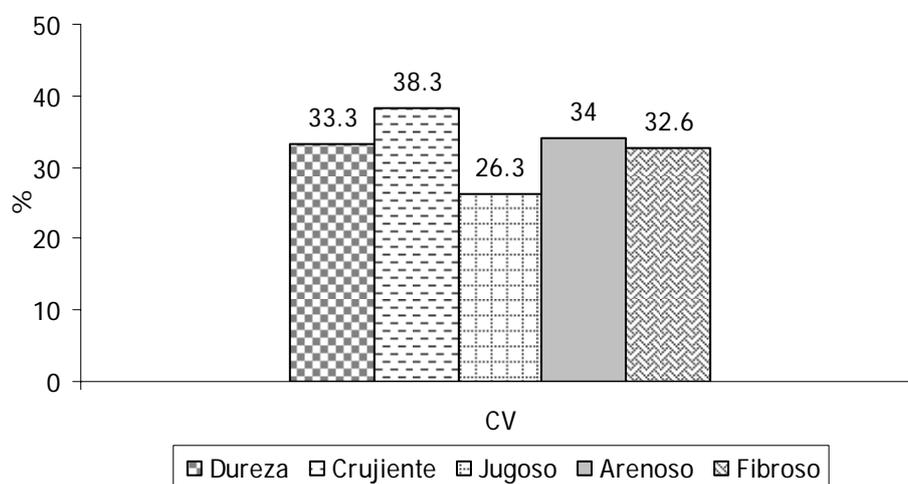


Figura 19. Coeficientes de Variación de Atributos de Textura evaluada con la boca

En el caso de los atributos de flavour se observa en la Figura 20, que los coeficientes de variación se encuentran entre un 31 y 48%, siendo las notas amargas y astringentes las que presentaron la mayor dificultad en su evaluación.

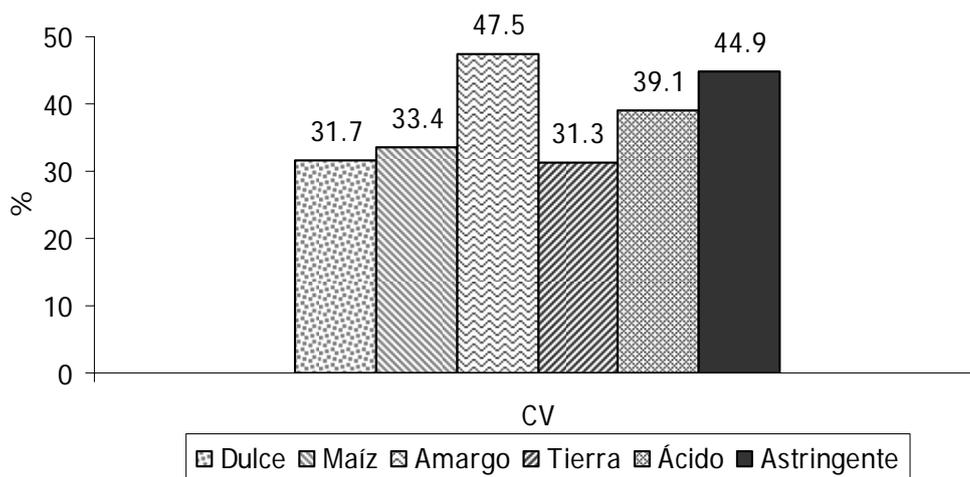


Figura 20. Coeficientes de Variación de Atributos de Flavour

En general se puede observar que el panel requiere de más sesiones de entrenamiento ya que la mayoría de los CV fueron mayores al 30%, esto se confirmó al hacer el análisis de varianza a dos vías donde se encontró que existía diferencia estadísticamente significativa entre la evaluación dada por los jueces; sin embargo se observó que cuando las intensidades de los atributos fueron altas, resultaron más fáciles de evaluar ya que se encontraron coeficientes de variación menores a 35% y no se observó diferencia estadísticamente significativa entre la evaluación dada por los jueces.

Realizar esta primera evaluación permite que conozcamos los atributos que presentan mayor dificultad en la evaluación (CV mayor a 35%), por lo que para continuar con el entrenamiento fue necesario escoger nuevas referencias que facilitaran la comprensión y el anclaje de los puntos de las escalas para cada atributo.

Las referencias de la Tabla 22 facilitaron el reconocimiento de cada uno de los atributos a evaluar lo que se vio reflejado en la disminución de los CV. Se realizaron 5 evaluaciones más utilizando los estándares (ver Tabla 22), los resultados obtenidos se muestran en la tabla 24. Como se observa en algunos descriptores el CV disminuye considerablemente de 48.59% a 28.71% para crujiente, de 48% a 26.16% para fibroso y de 47.46% a 13.7% para astringente. Pero en otros descriptores aumento el CV como el caso de olor a tierra mojada de 19.63% a 43.63%, olor amargo de 32.28% a 42.97%, entre otros. Esto se podría deber a que las muestras presentan diferencias entre lotes para una misma muestra, como se analizará más adelante.

Tabla 24. Coeficientes de Variación de 5 evaluaciones de huitlacoche para anclar escalas

ATRIBUTO	DESCRIPTOR	CV ₁	CV ₂	CV ₃	CV ₄	CV ₅
OLOR	Notas verdes	32.64	30.13	28.24	32.29	38.49
	Tierra mojada	19.63	16.99	31.38	27.16	43.63
	Nota Amarga	32.28	20.91	53.94	25.12	42.97
	Aceitoso	36.93	34.64	32.12	42.66	30.99
APARIENCIA	Brillante	21.85	20.00	28.46	20.11	23.79
	Color superior	10.64	17.03	12.06	7.79	11.31
	Color base	13.74	26.88	26.25	17.04	11.39
TEXTURA EVALUADA CON LA MANO	Blando	19.93	25.48	34.04	22.89	23.33
	Liso	24.44	44.61	30.64	24.34	31.54
	Húmedo	38.50	23.28	31.08	51.98	41.95
	Fracturable	44.65	58.51	38.29	58.86	43.71
TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	Dureza	19.14	25.06	41.25	29.04	28.64
	Crujiente	48.59	52.72	44.65	50.26	28.71
	Jugoso	36.19	24.62	36.99	28.08	23.20
	Arenoso	34.82	47.91	46.08	23.07	32.55
	Fibroso	48.00	35.48	48.37	36.31	26.16

FLAVOUR	Dulce	46.21	28.16	57.15	38.33	36.79
	Maíz	34.53	33.85	34.55	25.95	34.69
	Amargo	38.20	40.07	42.00	23.64	39.73
	Tierra	39.93	34.94	35.80	29.30	33.12
	Ácido	44.83	27.97	36.49	37.33	39.41
	Astringente	47.46	31.00	44.92	35.12	13.77

Debido a la dificultad que tenían los jueces para evaluar las muestras utilizando todas las referencias (Tabla 22), se decidió con base en los resultados de cinco evaluaciones, tomar el promedio de los valores asignados a la muestra 948, ya que estos fueron reproducibles y confiables, mostrando en todos los atributos, un coeficientes de variación menores a 35% . Los valores otorgados a los atributos evaluados se muestran en la Tabla 25. Estos valores permitieron a los jueces tener un punto de referencia en la escala además, de seguir utilizando los estándares que ellos consideraban necesarios para evaluar el resto de las muestras en estudio.

Tabla 25. Escala de referencia con la variedad 948

REFERENCIA: VARIEDAD 948		
ATRIBUTO	DESCRIPTOR	ESTANDAR
OLOR	Notas verdes	5
	Tierra mojada	5
	Amargo	3
	Aceitoso	4
APARIENCIA	Brillo	4
	Color superior	7
	Color base	6
TEXTURA EVALUADA CON LA MANO	Blando	4
	Liso	3
	Húmedo	4
	Fracturable	---

TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	Dureza	3
	Crujiente	3
	Jugoso	4
	Arenoso	6
	Fibroso	5
FLAVOUR	Dulce	4
	Maíz	4
	Amargo	4
	Tierra	5
	Ácido	2
	Astringente	3

El descriptor fracturable se eliminó de la lista ya que en una discusión posterior se acordó con los jueces que la agalla no presentaba fracturabilidad ya que tenía un alto contenido de humedad.

Tomando como un punto de referencia la variedad 948, los coeficientes de variación se redujeron considerablemente alcanzando valores menores al 35%, por lo una vez encontrado que no había diferencia estadísticamente significativa entre la evaluación de los jueces, se dio considero que los jueces estaban entrenados para evaluar las muestras en estudio (Figuras 21 y 22).



Figura 21. Panel evaluando muestras de huitlacoche



Figura 22. Panel evaluando muestras de huitlacoche

7.3 EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS EN ESTUDIO

PARTE I.- Estudio de las características sensoriales de las variedades Aspros 822 y Aspros 1501 en diferentes lotes de producción

En general se observó que en las Tablas 26, 27, 28 y 29 se muestran los resultados de la muestra Aspros 1501 para dos lotes de producción, donde se puede observar que a pesar de que son las mismas muestras, el tiempo en el que se cultivaron y cosecharon pudieron haber modificado las características sensoriales, encontrando en la Tabla 26 que el olor a “notas verdes”, “tierra mojada” y la “nota amarga” fueron más intensas en las muestras de la fecha 02 de junio del 2008 que se encuentra fuera de la temporada de cosecha del maíz.

Tabla 26. Intensidad de los atributos de olor para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 1501

Atributo	OLOR			
Muestras	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga	Aceitoso
22-Oct-08	3.50±0.56 ^a	4.25±0.78 ^a	2.42±0.47 ^a	3.08±1.00 ^a
02-Jun-08	5.42±0.95 ^b	5.00±0.85 ^b	3.17±1.03 ^b	3.13±0.74 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna, $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 27 se puede observar que para los descriptores de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano no existe diferencia estadísticamente significativa, independientemente de la fecha de cosecha.

Tabla 27. Intensidad de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 1501

Atributo	APARIENCIA			TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
Muestras	Brilloso	Color sup.	Color base	Blando	Liso	Húmedo
22-Oct-08	2.88±0.31 ^a	6.46±0.81 ^a	4.92±0.70 ^a	4.42±0.95 ^a	3.08±0.76 ^a	3.83±0.86 ^a
02-Jun-08	3.13±0.53 ^a	6.46±0.81 ^a	5.38±1.05 ^a	4.17±1.03 ^a	3.63±0.86 ^a	4.08±1.29 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia y textura evaluada con la mano de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

También se puede observar en la Tabla 28 de textura evaluada con la boca, el atributo “crujiente” fue más intenso dentro de la fecha en que se cosecha el maíz que es octubre.

Tabla 28. Intensidad de los atributos de textura evaluada con la boca para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 1501

Atributo	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA				
Muestras	Dureza	Crujiente	Jugoso	Arenoso	Fibroso
22-Oct-08	3.54±1.16 ^a	4.50±0.60 ^b	3.71±0.62 ^a	5.96±1.14 ^a	5.00±0.85 ^a
02-Jun-08	3.46±0.78 ^a	3.92±0.56 ^a	4.04±0.84 ^a	5.79±1.05 ^a	5.17±1.03 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura en boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

Los resultados de los atributos de flavour en la Tabla 29, mostraron que las notas “amargas”, “ácidas” y “astringente” fueron más intensos en las muestras cosechadas en octubre (temporada de cosecha del maíz) mientras que en los demás atributos no hubo diferencia significativa.

Tabla 29. Intensidad de los atributos de flavour para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 1501

Atributo	FLAVOUR					
Muestras	Dulce	Maíz	Amargo	Tierra	Acido	Astringente
22-Oct-08	3.67±1.21 ^a	3.54±0.69 ^a	4.08±1.12 ^b	4.29±0.54 ^a	2.54±0.69 ^b	3.88±0.57 ^b
02-Jun-08	3.46±0.81 ^a	4.13±0.71 ^a	3.13±0.80 ^a	4.38±0.96 ^a	1.79±0.54 ^a	2.75±0.94 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 23 podemos observar la representación gráfica de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca, observándose que todos los atributos presentan intensidades intermedias.

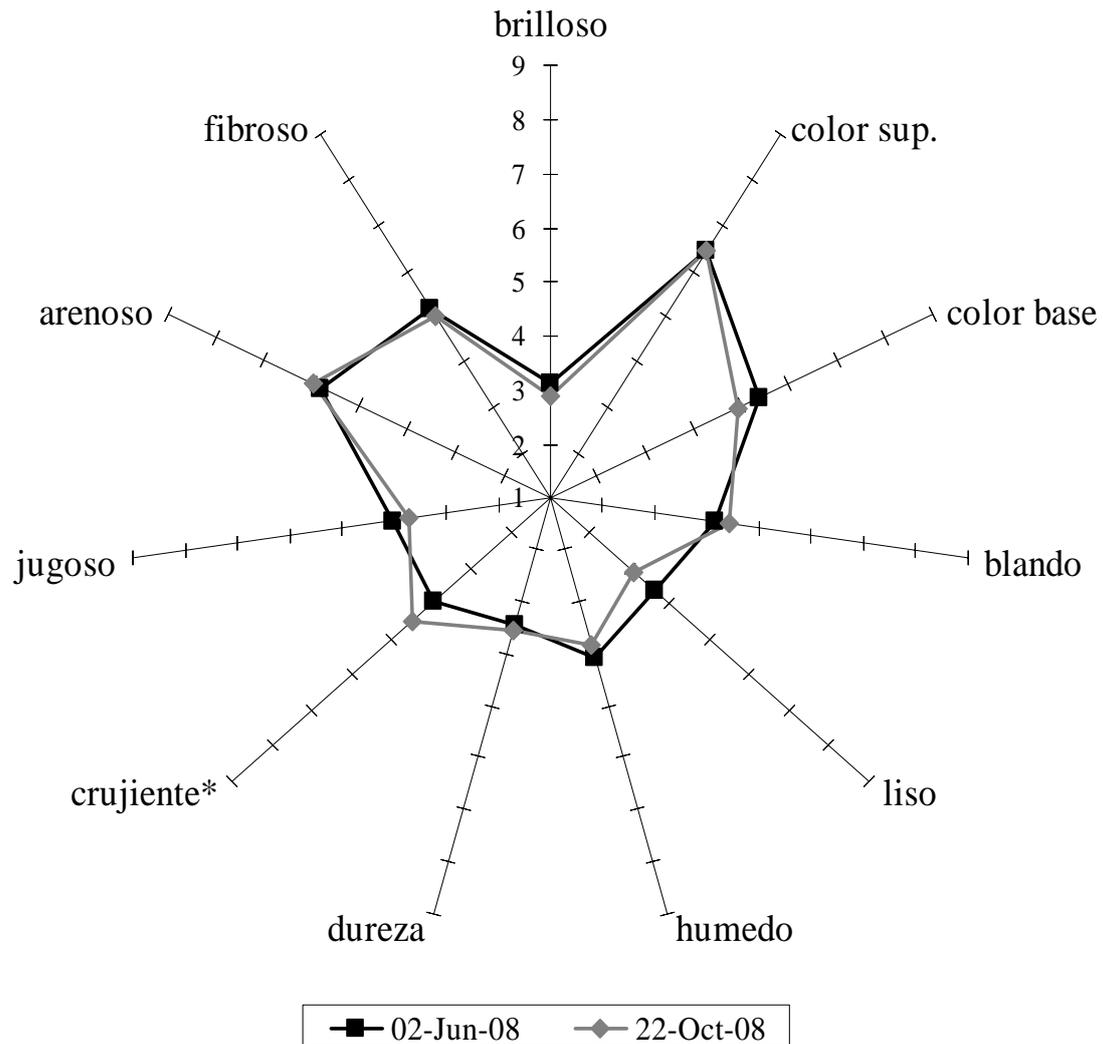


Figura 23. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de dos lotes de Aspros 1501 de huitlacoche cultivado *Existe diferencia estadísticamente significativa

En la Figura 24 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor y flavour, observándose que el lote del 2 de junio presentó un olor más intenso en todas las notas de olor, mientras que en flavour fue menos intenso en lo “amargo”, “ácido” y “astringente”.

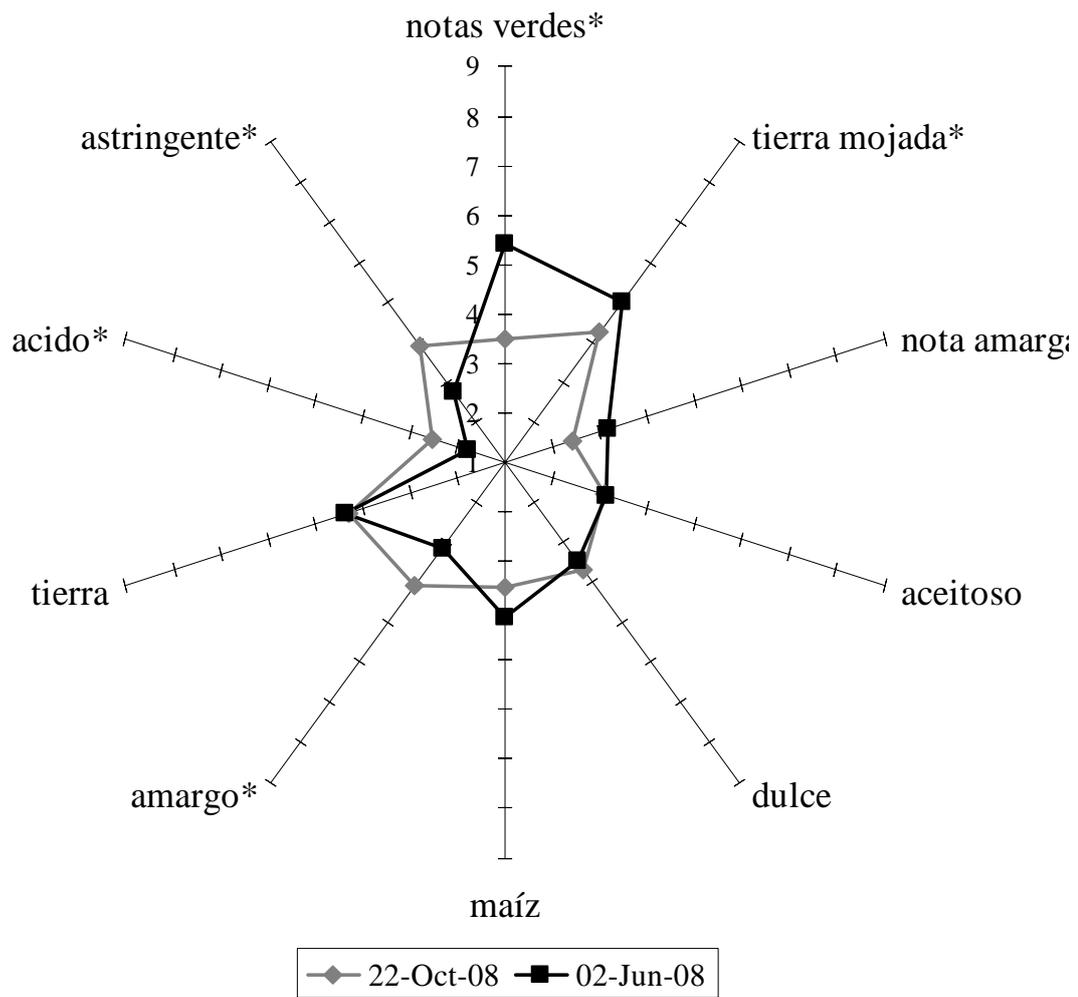


Figura 24. Coordenadas polares de los atributos de olor y flavour de dos lotes de Aspros 1501 de huitlacoche cultivado *Existe diferencia estadísticamente significativa

Los resultados de la muestra Aspros 822, se muestran en las tablas 30, 31, 32 y 33. En la Tabla 30, se puede observar que en cuanto al olor no se encontró diferencia significativa entre los lotes de producción, mostrando una intensidad baja en el olor a “nota amarga” e intermedia en el resto de los olores.

Tabla 30. Intensidad de los atributos de olor para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 822

Atributo	OLOR			
	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga	Aceitoso
12-Mar-08	4.54±1.01 ^a	4.75±0.94 ^a	3.08±0.95 ^a	3.79±0.94 ^a
22-Oct-08	4.46±1.54 ^a	4.46±1.54 ^a	3.54±1.18 ^a	4.13±1.25 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 31 encontramos que la apariencia “brillosa” así como en el atributo “blando” de la textura evaluada con la mano la muestra cultivada en marzo presentó una intensidad mayor.

Tabla 31. Intensidad de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 822

Atributo	APARIENCIA			TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brilloso	Color sup.	Color base	Blando	Liso	Húmedo
12-Mar-08	3.96±0.66 ^b	6.38±1.40 ^a	5.50±1.07 ^a	4.50±0.95 ^b	3.08±0.97 ^a	4.58±1.33 ^a
22-Oct-08	2.83±0.44 ^a	7.46±1.03 ^b	6.67±1.29 ^b	3.08±0.51 ^a	3.38±0.86 ^a	3.63±1.33 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia y textura evaluada con la mano de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 32, podemos observar que en la fecha próxima a la recolección del maíz (Octubre) en textura evaluada con la boca solo el atributo “jugoso” fue menos intenso, no observándose diferencia en el resto de los atributos.

Tabla 32. Intensidad de los atributos de textura evaluada con la boca para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 822

Atributo	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA				
Muestras	Dureza	Crujiente	Jugoso	Arenoso	Fibroso
12-Mar-08	3.54±0.62 ^a	3.50±0.88 ^a	4.04±0.94 ^b	5.67±1.17 ^a	4.42±0.63 ^a
22-Oct-08	2.92±0.93 ^a	3.50±0.80 ^a	3.33±0.44 ^a	5.63±1.17 ^a	4.33±1.05 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura en boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 33, se observa que el flavour “astringente” fue más intenso en la muestra cosechada en octubre, mientras que el flavour a “maíz” fue más intenso en el lote de marzo.

Tabla 33. Intensidad de los atributos de flavour para huitlacoche cultivado de dos lotes diferentes de Aspros 822

Atributo	FLAVOUR					
Muestras	Dulce	Maíz	Amargo	Tierra	Acido	Astringente
12-Mar-08	4.21±0.86 ^a	4.29±1.03 ^b	3.54±1.23 ^a	4.67±1.03 ^a	2.08±0.63 ^a	2.92±1.02 ^a
22-Oct-08	3.50±0.85 ^a	3.25±0.72 ^a	4.63±1.46 ^a	4.58±1.28 ^a	2.13±0.64 ^a	4.17±1.11 ^b

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 25 podemos observar la representación gráfica de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y en boca, observándose que presentan intensidades de intermedias a altas.

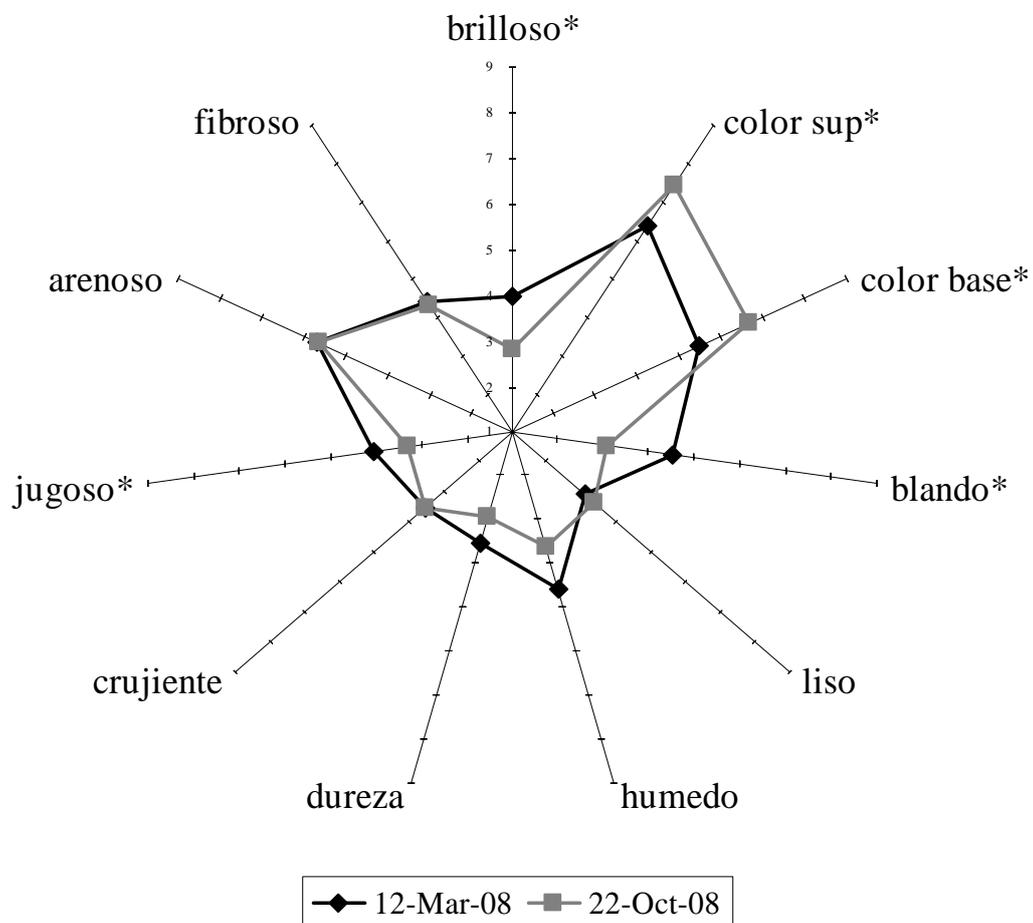


Figura 25. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de dos lotes de Aspros 822 de huitlacoche cultivado ^{*}Existe diferencia estadísticamente significativa

En la Figura 26 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor y flavour, observándose que los atributos se encuentran en las intensidades intermedias y bajas.

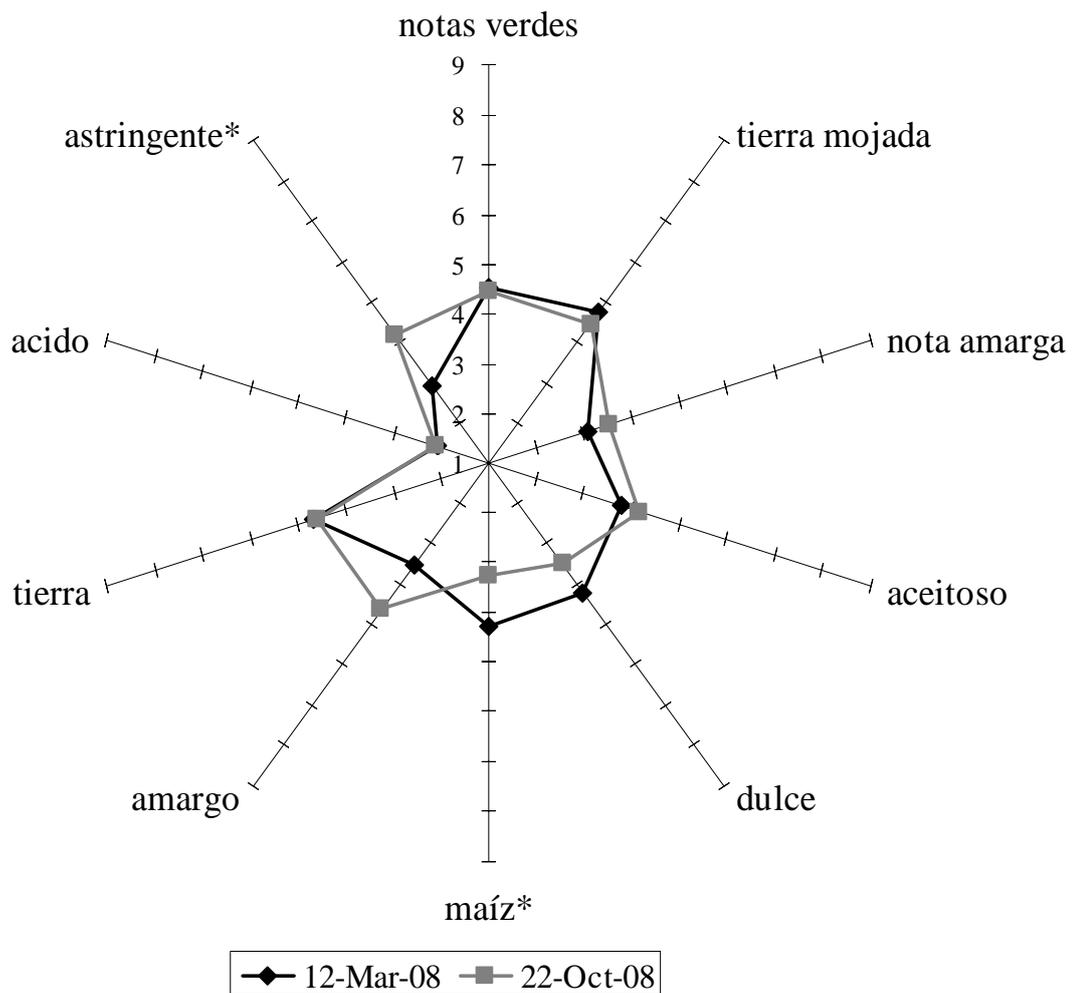


Figura 26. Coordenadas polares de los atributos de olor y flavour de dos lotes de Aspros 822 de huitlacoche cultivado *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE II.- Comparación de las características sensoriales del huitlacoche cultivado y el huitlacoche silvestre en fresco

En general se observa que el huitlacoche silvestre se diferencia del resto de las muestras en los atributos de textura evaluada con la mano, textura evaluada con la boca y flavour. Los resultados de la evaluación del huitlacoche

cultivado fresco comparado con el huitlacoche silvestre fresco se observa en las tablas 34, 35, 36 y 37. En ellas, se puede observar (Tabla 35) que en los atributos de olor a “notas verdes” y a “tierra mojada” no se observó diferencia significativa entre las muestras mientras que en el olor a “nota amarga”, la muestra Aspros 902 fue la menos intensa y la Aspros 900 la más intensa, en el olor “aceitoso” la muestra menos intensa también fue el Aspros 902 pero en este caso la muestra más intensa fue el huitlacoche silvestre fresco.

Tabla 34. Intensidad de los atributos de olor entre diferentes variedades frescas de huitlacoche

Atributo	OLOR			
	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga	Aceitoso
Aspros 900	4.75±1.52 ^a	4.25±1.14 ^a	3.08±1.06 ^b	2.42±0.82 ^{ab}
Aspros 902	4.17±1.86 ^a	4.13±1.79 ^a	2.21±0.99 ^a	1.79±0.62 ^a
Aspros 905	5.33±1.44 ^a	4.50±1.80 ^a	3.00±1.11 ^{ab}	2.33±1.05 ^{ab}
Huitlacoche Silvestre	4.46±1.51 ^a	4.33±1.32 ^a	2.42±1.06 ^{ab}	2.54±0.75 ^b

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 35, se presenta la intensidad de los atributos de apariencia observándose que todas las muestras fueron igual de “brillosas” y que no existe diferencia significativa entre ellas. Pero en el caso del “color superior” la muestra menos intensa fue Aspros 900 y en el “color base” la muestra más intensa fue Aspros 905. En la textura evaluada con la mano no se observó diferencia entre las muestras en el atributo “blando”, sin embargo la muestra de huitlacoche silvestre fue la menos “lisa” y más “húmeda”.

Tabla 35. Intensidad de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano entre diferentes variedades frescas de huitlacoche

Atributo	APARIENCIA			TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brilloso	Color sup.	Color base	Blando	Liso	Húmedo
Aspros 900	2.71±0.96 ^a	4.13±1.48 ^a	2.88±1.03 ^a	5.58±0.97 ^a	3.63±0.80 ^{ab}	2.04±0.69 ^a
Aspros 902	2.75±0.75 ^a	4.92±1.72 ^{ab}	2.79±1.08 ^a	5.63±0.68 ^a	4.21±1.14 ^b	2.46±0.66 ^a
Aspros 905	2.46±0.69 ^a	5.25±1.39 ^b	4.71±1.37 ^b	5.75±1.03 ^a	3.71±1.03 ^{ab}	2.38±0.96 ^a
Huitlacoche Silvestre	3.00±0.43 ^a	5.54±0.58 ^b	3.08±0.85 ^a	5.04±1.23 ^a	2.92±0.87 ^a	4.13±1.09 ^b

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia y textura evaluada con la mano de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 36 se observa que para textura evaluada con la boca los atributos “crujiente” y “fibroso” no muestran diferencia significativa entre las muestras de huitlacoche fresco, mientras la muestra menos “dura” más “jugosa” y “arenosa” fue el huitlacoche silvestre.

Tabla 36. Intensidad de los atributos de textura evaluada con la boca entre diferentes variedades frescas de huitlacoche

Atributo	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA				
	Dureza	Crujiente	Jugoso	Arenoso	Fibroso
Aspros 900	4.21±0.78 ^{ab}	4.79±1.18 ^a	3.08±0.93 ^{ab}	4.71±1.56 ^a	4.63±1.37 ^a
Aspros 902	4.58±0.67 ^b	4.71±0.96 ^a	2.96±0.78 ^a	5.46±1.66 ^{ab}	5.42±0.76 ^a
Aspros 905	4.67±0.49 ^b	5.00±1.11 ^a	3.08±1.04 ^{ab}	5.25±0.89 ^{ab}	5.50±0.74 ^a
Huitlacoche Silvestre	3.92±0.93 ^a	4.50±0.60 ^a	3.79±1.03 ^b	6.04±1.39 ^b	5.00±1.40 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 37 se muestran los atributos de flavour, en ella se puede observar que únicamente el flavour “amargo” no mostró diferencia significativa entre las muestras de huitlacoche fresco, sin embargo el huitlacoche silvestre presentó la menor intensidad de flavour “dulce” a “maíz”, entre las muestras y

la mayor intensidad de flavour a “tierra”, “ácido” y “astringente”. Presentando la muestra Aspros 905 la mayor nota “dulce”, a “maíz” y también una alta nota “ácida” igual al huitlacoche silvestre.

Tabla 37. Intensidad de los atributos de flavour entre diferentes variedades frescas de huitlacoche

Atributo	FLAVOUR					
	Dulce	Maíz	Amargo	Tierra	Acido	Astringente
Aspros 900	2.38±0.53 ^{bc}	2.67±0.91 ^{ab}	5.17±0.81 ^a	4.04±1.14 ^a	2.00±0.71 ^a	3.17±1.09 ^a
Aspros 902	1.91±0.70 ^{ab}	2.75±0.87 ^{ab}	4.96±1.75 ^a	3.25±1.31 ^a	2.29±1.08 ^{ab}	3.88±1.57 ^{ab}
Aspros 905	2.63±0.86 ^c	3.17±1.05 ^b	5.50±1.40 ^a	3.63±1.55 ^a	2.92±1.16 ^b	3.88±1.65 ^{ab}
Huitlacoche Silvestre	1.75±0.87 ^a	2.33±0.72 ^a	6.00±1.40 ^a	5.58±1.14 ^b	3.00±1.37 ^b	4.50±1.30 ^b

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 27 podemos observar la representación gráfica de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca del huitlacoche fresco cultivado y silvestre, observándose que la mayoría de los atributos presentaron intensidades intermedias y bajas. El huitlacoche silvestre presenta una mayor “humedad” con respecto a las muestras de huitlacoche cultivado.

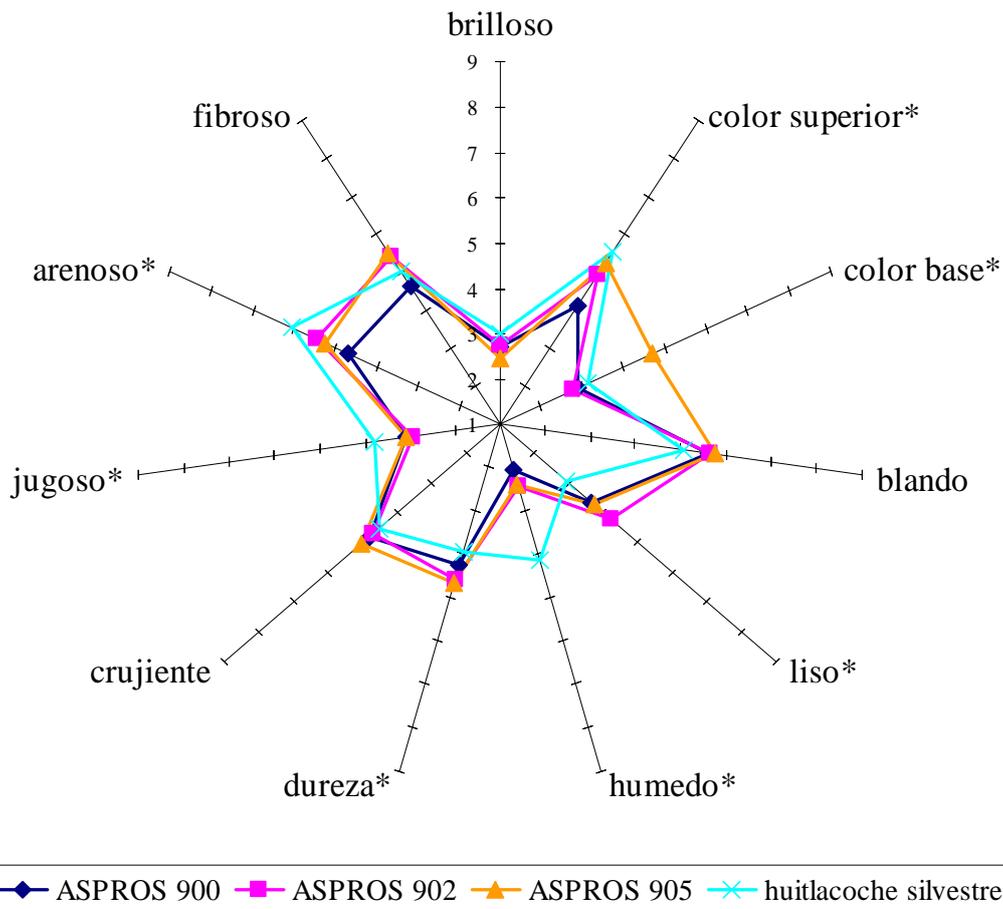


Figura 27. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de huitlacoche cultivado y silvestre en fresco *Existe diferencia estadísticamente significativa

En la Figura 28 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor y flavour, observándose que los atributos presentan intensidades bajas e intermedias, siendo el huitlacoche silvestre el que más diferencias presenta con respecto al resto de las muestras.

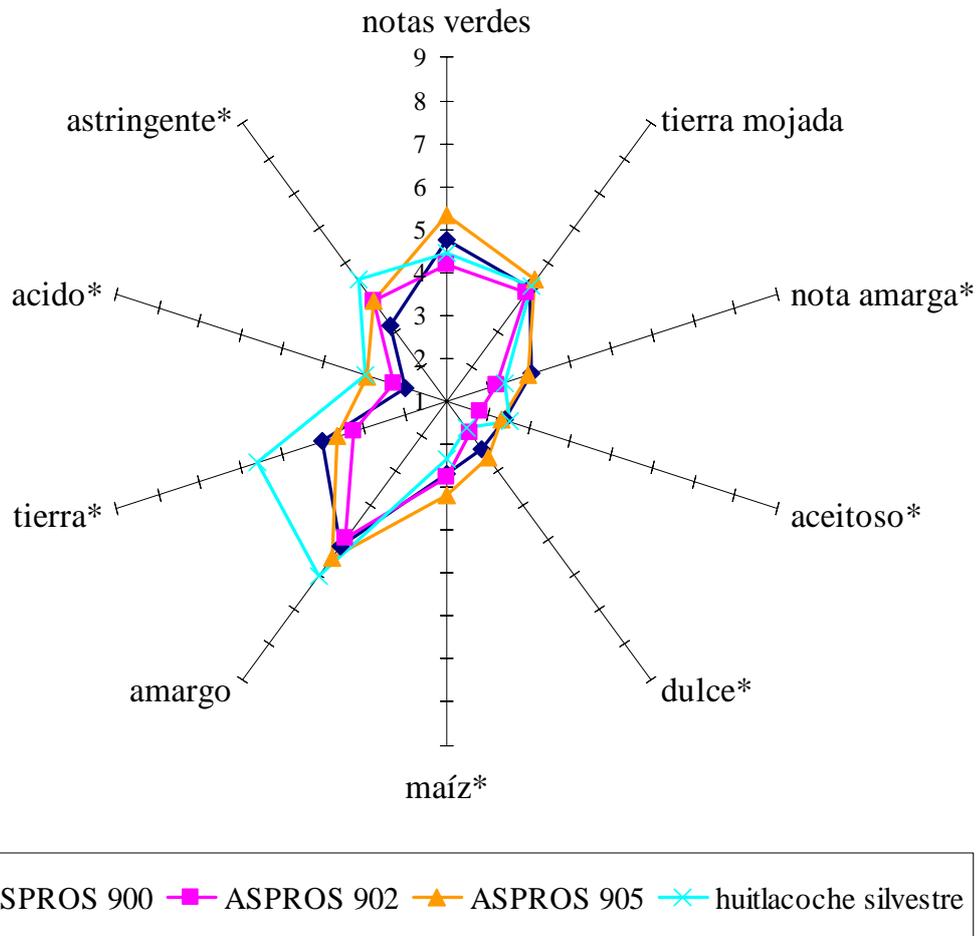


Figura 28. Coordenadas polares de los atributos de olor y flavour de huitlacoche cultivado y silvestre en fresco ^{*Existe diferencia estadísticamente significativa}

PARTE III.- Efecto de la congelación en las características del huitlacoche

Los resultados de las intensidades y sus diferencias de los atributos de olor se muestran en la Tabla 38. En ella, se puede observar que el huitlacoche cultivado Aspros 31, Aspros 820 y el huitlacoche silvestre fueron aquellas que presentaron un olor a “notas verdes” menos intenso, mientras que las muestras 7573 y Aspros 948 fueron las que presentaron olor a “notas verdes” más

intenso. En el olor a “tierra mojada” la muestra menos intensa fue Matador y las más intensas fueron Aspros 902 y Aspros 948. Para el olor “nota amarga” la muestra Aspros 31 fue la que tuvo el olor menos intenso y las muestras Aspros 900 y Aspros 905 tuvieron el olor más intenso. En el caso del olor “aceitoso” la muestra Aspros 905 fue la del olor menos intenso y la muestra Milenio tuvo el olor más intenso.

Tabla 38. Intensidad de los de los atributos de olor del huitlacoche almacenado en congelación

Atributo	OLOR			
	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga	Aceitoso
Milenio	4.54±0.75 ^{abc}	4.67±0.81 ^{abc}	3.13±0.74 ^{bcde}	4.38±0.88 ^g
Aspros 822	4.50±1.05 ^{abc}	4.60±1.12 ^{abc}	3.31±0.68 ^{def}	3.96±0.70 ^{efg}
Aspros 31	4.13±0.71 ^a	4.46±0.54 ^{abc}	2.29±0.40 ^a	3.25±0.62 ^{bcd}
Aspros 1501	4.46±0.57 ^{abc}	4.63±0.58 ^{abc}	2.79±0.55 ^{abcd}	3.10±0.47 ^{bc}
Tornado Elotero	4.33±0.86 ^{abc}	4.38±1.33 ^{abc}	2.46±0.58 ^{ab}	3.79±0.92 ^{defg}
SB-308	4.88±0.96 ^{bc}	4.71±0.66 ^{bc}	3.17±0.89 ^{cde}	3.67±0.81 ^{cdef}
Matador	4.17±0.65 ^{ab}	3.96±0.66 ^a	2.54±0.72 ^{abc}	3.13±0.43 ^{bc}
Pantera	4.88±0.68 ^{bc}	4.54±0.69 ^{abc}	3.33±0.62 ^{def}	3.38±0.74 ^{bcde}
Aspros 900	4.42±1.35 ^{ab}	4.58±1.06 ^{abc}	4.00±1.40 ^l	3.67±1.19 ^{cdef}
Aspros 902	3.83±0.83 ^{bc}	5.00±0.64 ^c	2.46±0.69 ^{ab}	3.33±1.17 ^{bcde}
Aspros 905	4.46±1.36 ^{abc}	4.63±1.33 ^{abc}	3.88±1.03 ^l	2.42±0.76 ^a
Aspros 820	3.92±0.70 ^a	4.13±0.88 ^{ab}	3.54±1.18 ^{ef}	4.04±0.94 ^{fg}
Aspros 910	4.29±0.69 ^{abc}	4.42±0.70 ^{abc}	2.79±0.81 ^{abcd}	3.92±0.60 ^{efg}
7573	4.92±0.63 ^c	4.75±0.50 ^{bc}	3.08±0.67 ^{bcde}	3.83±0.62 ^{defg}
Aspros 948	4.92±1.08 ^c	4.92±0.93 ^c	3.46±0.78 ^{def}	3.92±0.95 ^{efg}
Huitlacoche silvestre	4.08±1.10 ^a	4.33±1.34 ^{abc}	2.50±1.19 ^{abc}	2.83±0.94 ^{ab}

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 39 podemos observar los resultados de los atributos de apariencia y de textura evaluada con la mano. En ella se puede observar que la muestra menos “brillosa” fue la Aspros 31 y la más “brillosa” es el huitlacoche

silvestre. Para el “color superior” la muestra menos intensa fue Aspros 820 y la de “coloración superior” más intensa fue la SB-308. En la “coloración base” la menor intensidad la presentó la muestra Aspros 31 y mayor intensidad las muestras Pantera, Aspros 900, Aspros 910 y 7573. En cuanto a textura evaluada con la mano, la muestra más “blanda” fue la SB-308 y la más “dura” fue la Tornado Elotero. La muestra 7573 fue la más “lisa” y la más “rugosa” fue la Aspros 948. En el caso de “humedad” la muestra SB-308 fue la más “seca” y la muestra de huitlacoche silvestre fue la más “húmeda”, resultado ya observado en la muestra en fresco.

Tabla 39. Intensidad de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano del huitlacoche almacenado en congelación

Atributos	APARIENCIA			TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brilloso	Color sup.	Color base	Blando	Liso	Húmedo
Milenio	3.33±0.75 ^{abc}	7.46±0.69 ^{lgh}	5.75±0.99 ^{bcd}	3.58±0.87 ^{ab}	3.04±1.03 ^{ab}	3.58±0.79 ^{abcd}
Aspros 822	3.40±0.43 ^{abcd}	6.92±0.83 ^{cdetg}	6.08±0.87 ^{cde}	3.79±0.52 ^{abcd}	3.23±0.59 ^{abcde}	4.10±0.75 ^{de}
Aspros 31	2.88±0.71 ^a	6.71±0.96 ^{bcd}	4.63±1.09 ^a	4.58±0.79 ^{ef}	3.83±0.89 ^{de}	3.13±0.83 ^{abc}
Aspros 1501	3.00±0.37 ^{ab}	6.46±0.44 ^{bc}	5.15±0.69 ^{ab}	4.29±0.78 ^{def}	3.35±0.56 ^{bcde}	3.96±0.72 ^{cde}
Tornado Elotero	4.25±1.10 ^{ef}	6.21±0.89 ^b	5.17±1.48 ^{ab}	4.92±1.20 ^f	3.38±1.11 ^{bcde}	4.54±1.60 ^e
SB-308	3.54±0.58 ^{bcd}	7.67±0.72 ^h	6.54±0.69 ^{def}	3.25±0.50 ^a	3.29±0.72 ^{bcde}	2.88±1.00 ^a
Matador	3.29±0.69 ^{abc}	6.71±0.86 ^{bcd}	5.42±1.55 ^{abc}	3.75±0.69 ^{abcd}	3.71±0.58 ^{cde}	3.08±0.73 ^{ab}
Pantera	3.63±0.68 ^{bcde}	7.38±0.71 ^{efgh}	7.08±0.90 ^f	3.92±0.56 ^{abcde}	2.83±0.49 ^{ab}	4.17±0.83 ^{de}
Aspros 900	3.71±0.72 ^{cde}	6.75±0.94 ^{bcde}	7.21±1.12 ^f	3.96±0.62 ^{bcde}	3.00±0.74 ^{ab}	4.50±1.24 ^e
Aspros 902	3.50±0.85 ^{abcd}	5.38±0.86 ^a	6.17±0.83 ^{cde}	4.29±1.14 ^{cdef}	3.29±0.69 ^{bcde}	3.63±1.28 ^{abcd}
Aspros 905	3.04±0.78 ^{ab}	7.83±0.62 ^{hi}	6.71±1.47 ^{ef}	3.63±1.09 ^{abc}	3.33±1.07 ^{bcde}	4.42±1.20 ^{de}
Aspros 820	4.21±0.69 ^{ef}	7.33±0.58 ^{degh}	6.08±0.82 ^{cde}	3.75±0.97 ^{abcd}	3.21±0.81 ^{abcd}	4.17±0.72 ^{de}
Aspros 910	3.71±0.62 ^{cde}	8.33±0.58 ^f	7.04±0.75 ^f	3.79±0.89 ^{abcd}	3.08±0.67 ^{abc}	3.92±0.87 ^{bcde}
7573	4.04±0.75 ^{def}	7.88±0.80 ^{hi}	7.13±0.57 ^f	3.83±0.75 ^{abcd}	2.63±0.53 ^a	4.54±0.75 ^e
Aspros 948	3.75±1.18 ^{cde}	7.54±0.89 ^{gh}	6.58±0.85 ^{def}	4.33±1.09 ^{def}	3.90±1.05 ^e	3.88±1.13 ^{bcde}
Huitlacoche silvestre	4.42±1.06 ^f	6.83±1.27 ^{bcdef}	5.38±1.60 ^{abc}	3.83±0.83 ^{abcd}	3.17±0.94 ^{abc}	5.42±1.73 ^f

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia y textura evaluada con la mano de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 40 se presentan los resultados de los atributos para textura evaluada con la boca, en donde podemos observar que la muestra más “suave” fue la Aspros 820, mientras que la más “dura” fue Tornado Elotero. La muestra menos “crujiente” fue la Aspros 820 y la más “crujiente” fue la Aspros 1501. En cuanto a “jugosidad” la muestra Matador fue la menos “jugosa” y el huitlacoche silvestre fue la más “jugosa”. En el caso de las muestras Aspros 902 y 7573 fueron las más “pastosas” y las muestras Aspros 820 y Aspros 948 fueron las más “arenosas”. También observamos que la muestra Milenio fue la menos “fibrosa” y el huitlacoche silvestre fue la más “fibrosa”.

Tabla 40. Intensidad de los atributos de textura evaluada con la boca del huitlacoche almacenado en congelación

Atributos	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA				
	Dureza	Crujiente	Jugoso	Arenoso	Fibroso
Milenio	2.71±0.62 ^{abc}	2.54±0.50 ^{ab}	3.46±0.89 ^{bcd}	5.79±1.20 ^{bcde}	3.75±1.12 ^a
Aspros 822	3.23±0.52 ^{cdefg}	3.50±0.60 ^{cdefg}	3.69±0.45 ^{bcde}	5.65±0.71 ^{bcde}	4.38±0.62 ^{abc}
Aspros 31	3.33±0.69 ^{defg}	3.88±0.74 ^{fgh}	4.25±0.78 ^e	5.63±0.88 ^{bcde}	4.83±1.13 ^{bcd}
Aspros 1501	3.50±0.78 ^{efg}	4.21±0.38 ^h	3.88±0.52 ^{de}	5.88±0.69 ^{cde}	5.08±0.71 ^{cd}
Tornado Elotero	3.75±0.78 ^g	3.92±0.82 ^{gh}	3.17±0.54 ^{ab}	5.58±0.85 ^{abcde}	5.04±0.99 ^{cd}
SB-308	3.04±0.62 ^{abcde}	3.25±0.84 ^{cde}	3.17±0.89 ^{ab}	6.13±0.88 ^{de}	5.04±0.96 ^{cd}
Matador	2.92±0.79 ^{abcd}	3.08±0.76 ^{abc}	2.63±0.53 ^a	5.21±1.16 ^{abc}	4.17±0.98 ^{ab}
Pantera	3.00±0.64 ^{abcde}	3.21±0.78 ^{cd}	3.58±0.70 ^{bcd}	5.13±0.74 ^{ab}	4.71±0.75 ^{bc}
Aspros 900	3.21±0.84 ^{bcddefg}	3.83±0.94 ^{efgh}	3.92±0.97 ^{de}	5.42±1.16 ^{abcd}	4.75±0.97 ^{bcd}
Aspros 902	3.63±0.83 ^{fg}	3.79±0.99 ^{defgh}	4.08±1.02 ^{de}	4.88±0.57 ^a	5.04±1.14 ^{cd}
Aspros 905	2.67±0.44 ^{ab}	3.25±0.62 ^{cde}	3.83±0.81 ^{cde}	5.21±1.01 ^{abc}	4.46±0.84 ^{abc}
Aspros 820	2.54±0.58 ^a	2.50±0.88 ^a	3.25±0.58 ^{abc}	6.21±0.84 ^e	4.42±0.67 ^{abc}
Aspros 910	3.33±0.58 ^{defg}	3.08±0.47 ^{abc}	3.96±0.72 ^{de}	5.42±0.63 ^{abcd}	4.71±0.78 ^{bc}
7573	3.38±0.61 ^{defg}	3.29±0.50 ^{cdef}	4.04±0.96 ^{de}	4.88±0.80 ^a	4.79±0.78 ^{bcd}
Aspros 948	3.04±0.89 ^{abcde}	3.13±1.00 ^{bc}	3.83±1.15 ^{cdef}	6.29±0.96 ^e	5.04±1.21 ^{cd}
Huitlacoche silvestre	3.13±0.88 ^{bcdef}	3.79±0.58 ^{defgh}	4.92±0.73 ^f	5.63±1.26 ^{bcde}	5.46±0.78 ^d

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

Los resultados de los atributos de flavour se muestran la Tabla 41. Las muestras con menor intensidad de “dulzor” fueron Matador y Aspros 820, mientras que la muestra 7573 fue la que tuvo la mayor intensidad de “dulzor”. Para el caso de flavour a “maíz” las muestras Aspros 820 y el huitlacoche silvestre fueron las de menor intensidad y la muestra Tornado Elotero fue la mayor intensidad de flavour. La muestra Tornado Elotero fue la menos “amarga” y la más “amarga” fue Aspros 31. En cuanto a flavour a “tierra” las muestras menos intensas fueron Tornado Elotero y Aspros 902, mientras que Aspros 820 fue la de flavour a “tierra” más intenso. La muestra menos “ácida” fue Tornado Elotero y las más “ácidas” fueron Aspros 820 y Aspros 31. Para el descriptor “astringente” la muestra Tornado Elotero fue la menos intensa y Aspros 31 la más intensa.

Tabla 41. Intensidad de los atributos de flavour del huitlacoche almacenado en congelación

Atributo	FLAVOUR					
	Dulce	Maíz	Amargo	Tierra	Acido	Astringente
Milenio	3.46±0.96 ^{abcd}	3.58±0.90 ^{ab}	3.67±1.11 ^{bcde}	4.71±1.14 ^{cdefg}	2.46±0.84 ^{de}	3.00±0.95 ^{bcdetg}
Aspros 822	3.85±0.85 ^{bcdetf}	3.77±0.72 ^{abc}	4.08±0.91 ^{cdef}	4.63±1.09 ^{cdefg}	2.10±0.53 ^{cde}	3.54±0.95 ^{fg}
Aspros 31	3.42±0.93 ^{abc}	3.63±0.74 ^{ab}	4.67±0.75 ^f	4.54±0.99 ^{cdefg}	2.67±0.89 ^e	3.63±0.77 ^g
Aspros 1501	3.56±0.70 ^{abcde}	3.83±0.47 ^{abc}	3.60±0.48 ^{bcde}	4.33±0.58 ^{bcdetf}	2.17±0.46 ^{cde}	3.31±0.59 ^{detg}
Tornado Elotero	4.38±1.35 ^{fg}	4.46±1.12 ^c	2.38±0.80 ^a	3.21±0.75 ^a	1.33±0.44 ^a	2.08±0.70 ^a
SB-308	3.21±0.94 ^{ab}	3.63±0.64 ^{ab}	3.63±0.88 ^{bcde}	4.21±0.96 ^{bcd}	2.00±0.67 ^{bcd}	2.42±0.51 ^{ab}
Matador	3.08±1.06 ^a	3.63±0.74 ^{ab}	3.42±1.16 ^{bcd}	4.08±1.36 ^{bcd}	1.83±0.54 ^{abc}	2.58±0.79 ^{abc}
Pantera	3.92±0.76 ^{bcdetf}	3.88±0.74 ^{abc}	3.25±0.89 ^b	3.96±0.81 ^{abc}	1.46±0.40 ^{ab}	2.71±0.96 ^{abcd}
Aspros 900	4.38±0.83 ^{fg}	3.58±1.02 ^{ab}	3.88±1.26 ^{bcdetf}	3.67±1.25 ^{ab}	1.67±0.58 ^{abc}	2.58±0.79 ^{abc}
Aspros 902	4.21±1.27 ^{detfg}	3.75±1.31 ^{ab}	3.17±1.13 ^{ab}	3.21±1.01 ^a	1.88±0.64 ^{abc}	2.58±0.87 ^{abc}
Aspros 905	4.54±1.01 ^{fg}	4.04±0.89 ^{abc}	4.21±1.42 ^{def}	4.21±1.25 ^{bcd}	2.13±0.74 ^{cde}	2.83±0.69 ^{bcde}
Aspros 820	2.88±0.53 ^a	3.50±0.93 ^a	4.42±1.33 ^{ef}	5.21±0.89 ^g	2.67±0.94 ^e	3.58±1.14 ^{fg}
Aspros 910	4.29±0.78 ^{etfg}	3.88±0.88 ^{abc}	4.38±0.96 ^{ef}	5.04±0.86 ^{etfg}	2.08±0.56 ^{cd}	3.04±0.81 ^{bcdetfg}
7573	4.79±0.99 ^g	4.21±0.62 ^{bc}	3.33±0.94 ^{bc}	5.08±0.85 ^{fg}	2.50±0.48 ^{de}	3.13±0.71 ^{cdefg}
Aspros 948	3.46±0.84 ^{abcd}	4.13±1.05 ^{abc}	4.25±1.08 ^{def}	4.79±0.84 ^{detfg}	2.46±0.86 ^{de}	3.42±1.22 ^{etfg}
Huitlacoche silvestre	4.08±1.12 ^{cdefg}	3.46±0.92 ^a	3.63±1.25 ^{bcde}	4.25±1.12 ^{bcde}	2.50±1.22 ^{de}	2.92±1.00 ^{bcdetf}

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 29 podemos observar la representación gráfica de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca, observándose que la mayoría de los atributos presentaron intensidades intermedias y bajas, aunque en cuanto a color en la parte superior y base de la agalla la intensidad es mayor. El huitlacoche silvestre congelado presenta mayor intensidad en descriptores como humedad, jugosidad y fibrosidad.

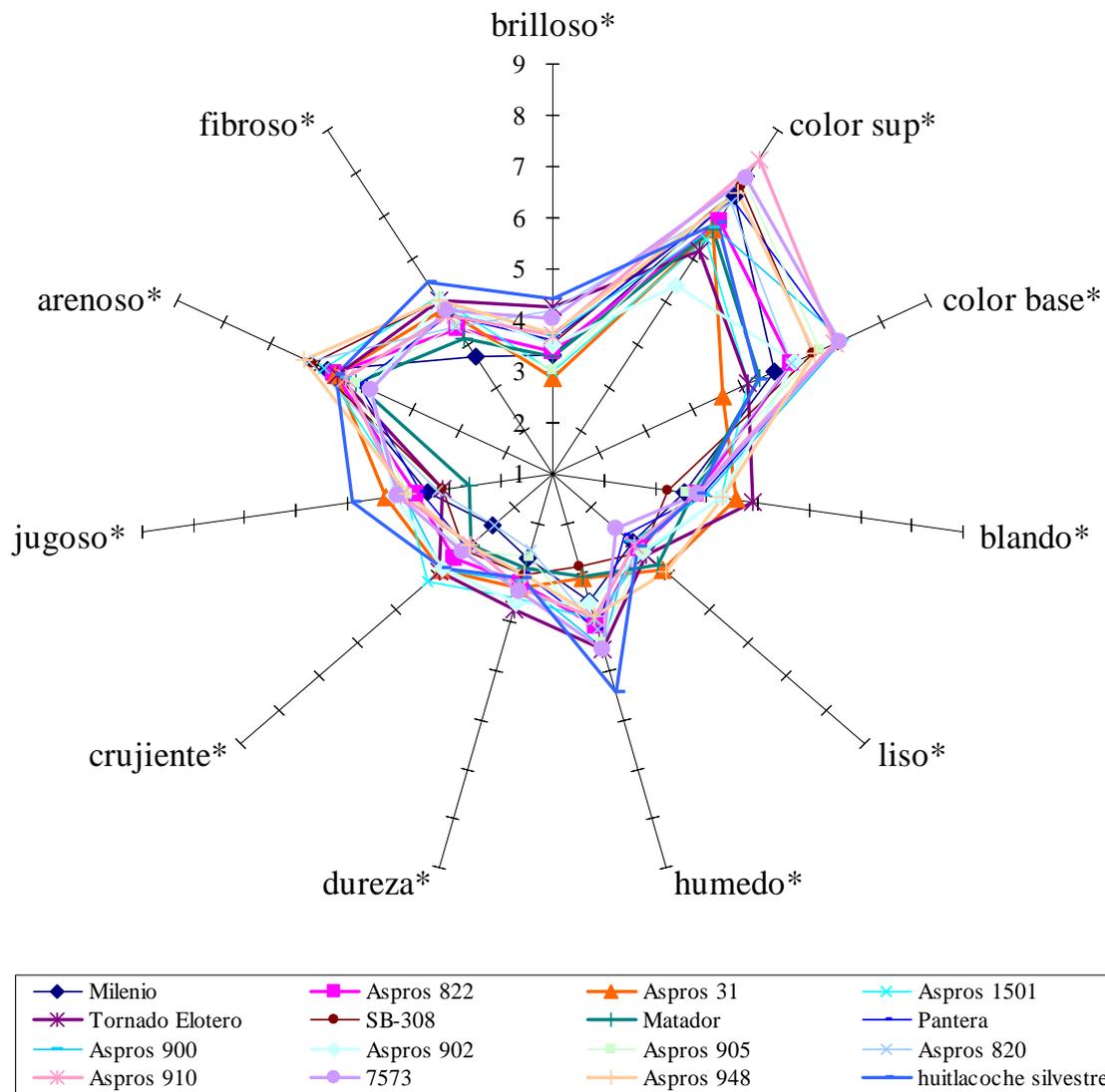


Figura 29. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de huitlacoche cultivado y silvestre en congelación *Existe diferencia estadísticamente significativa

En la Figura 30 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor y flavour, observándose que los atributos presentaron intensidades intermedias y bajas. La muestra Tornado Elotero presentó una intensidad menor muy marcada en atributos como “astringencia”, “ácido” y “amargo”.

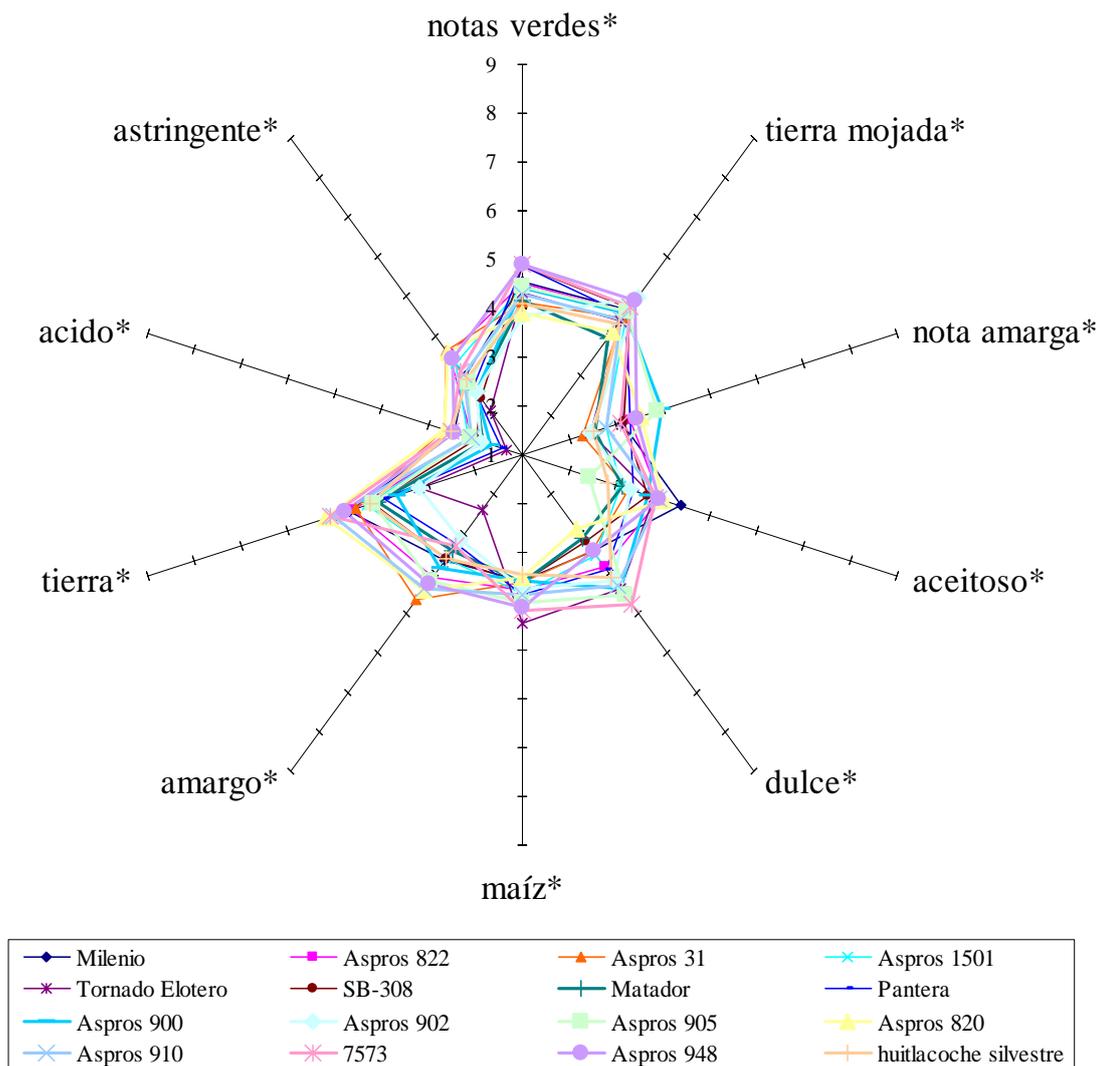


Figura 30. Coordenadas polares de los atributos de olor y flavour de huitlacoche cultivado y silvestre en congelación *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE IV.- Efecto de la congelación en las características del huitlacoche silvestre

En general se puede observar que el efecto de la congelación no presento un efecto en la intensidad de los atributos de olor, sin embargo, disminuye la dureza evaluada con la mano y en la boca porque aumenta la humedad, también modifíco los atributos amargo, a tierra mojada, ácido, astringente y el flavour dulce a maíz.

La comparación entre el huitlacoche silvestre fresco y el congelado se muestran en las tablas 42, 43, 44 y 45. En la Tabla 42 se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha \leq 0,05$) entre las muestras evaluadas.

Tabla 42. Intensidad de los atributos de olor para huitlacoche silvestre fresco y congelado

Atributo	Olor			
	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga	Aceitoso
Fresco	4.46±1.51 ^a	4.33±1.32 ^a	2.42±1.06 ^a	2.54±0.75 ^a
Congelado	4.08±1.10 ^a	4.33±1.34 ^a	2.50±1.19 ^a	2.83±0.94 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 43 podemos observar que el huitlacoche silvestre congelado fue más “brillante”, presenta una “coloración superior” y en la “base” de la agalla más intensa que el fresco, así como una “humedad” mayor; mientras que el huitlacoche fresco fue más “duro” que el congelado.

Tabla 43. Intensidad de los atributos de apariencia y textura evaluada con la mano para huitlacoche silvestre fresco y congelado.

Atributo	APARIENCIA			TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brillante	Color superior	Color base	Blando	Liso	Húmedo
Fresco	3.00±0.43 ^a	5.54±0.58 ^a	3.08±0.85 ^a	5.04±1.23 ^b	2.92±0.87 ^a	4.13±1.09 ^a
Congelado	4.42±1.06 ^b	6.83±1.27 ^b	5.38±1.60 ^b	3.83±0.83 ^a	3.17±0.94 ^a	5.42±1.73 ^b

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 44 se observa que la muestra de huitlacoche silvestre fresco fue más “dura” y “crujiente” que el congelado, pero el huitlacoche silvestre congelado fue más “jugoso” que el fresco.

Tabla 44. Intensidad de los atributos de textura evaluada con la boca para huitlacoche silvestre fresco y congelado.

Atributo	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA				
	Dureza	Crujiente	Jugoso	Arenoso	Fibroso
Fresco	3.92±0.93 ^b	4.50±0.60 ^b	3.79±1.03 ^a	6.04±1.39 ^a	5.00±1.40 ^a
Congelado	3.13±0.88 ^a	3.79±0.58 ^a	4.92±0.73 ^b	5.63±1.26 ^a	5.46±0.78 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 45 se observa que el huitlacoche silvestre fresco al congelarse se torna más “dulce” pero disminuye la intensidad de los atributos “astringente”, “amargo”, a “ácido” y “tierra”, mientras que el flavour “ácido” no muestra una diferencia significativa.

Tabla 45. Intensidad de los atributos de flavour para huitlacoche silvestre fresco y congelado.

Atributo	FLAVOUR					
	Dulce	Maíz	Amargo	Tierra	Acido	Astringente
Fresco	1.75±0.87 ^a	2.33±0.72 ^b	6.00±1.40 ^b	5.58±1.14 ^b	3.00±1.37 ^a	4.5±1.30 ^b
Congelado	4.08±1.12 ^b	3.46±0.92 ^a	3.63±1.25 ^a	4.25±1.12 ^a	2.50±1.22 ^a	2.92±1.00 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de flavour de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 31 podemos observar la representación gráfica de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca, observándose que los atributos presentan intensidades altas, intermedias y bajas. También podemos observar que son distintas debido a que el tratamiento de congelación al que se sometió el huitlacoche silvestre modificó las características sensoriales del mismo.

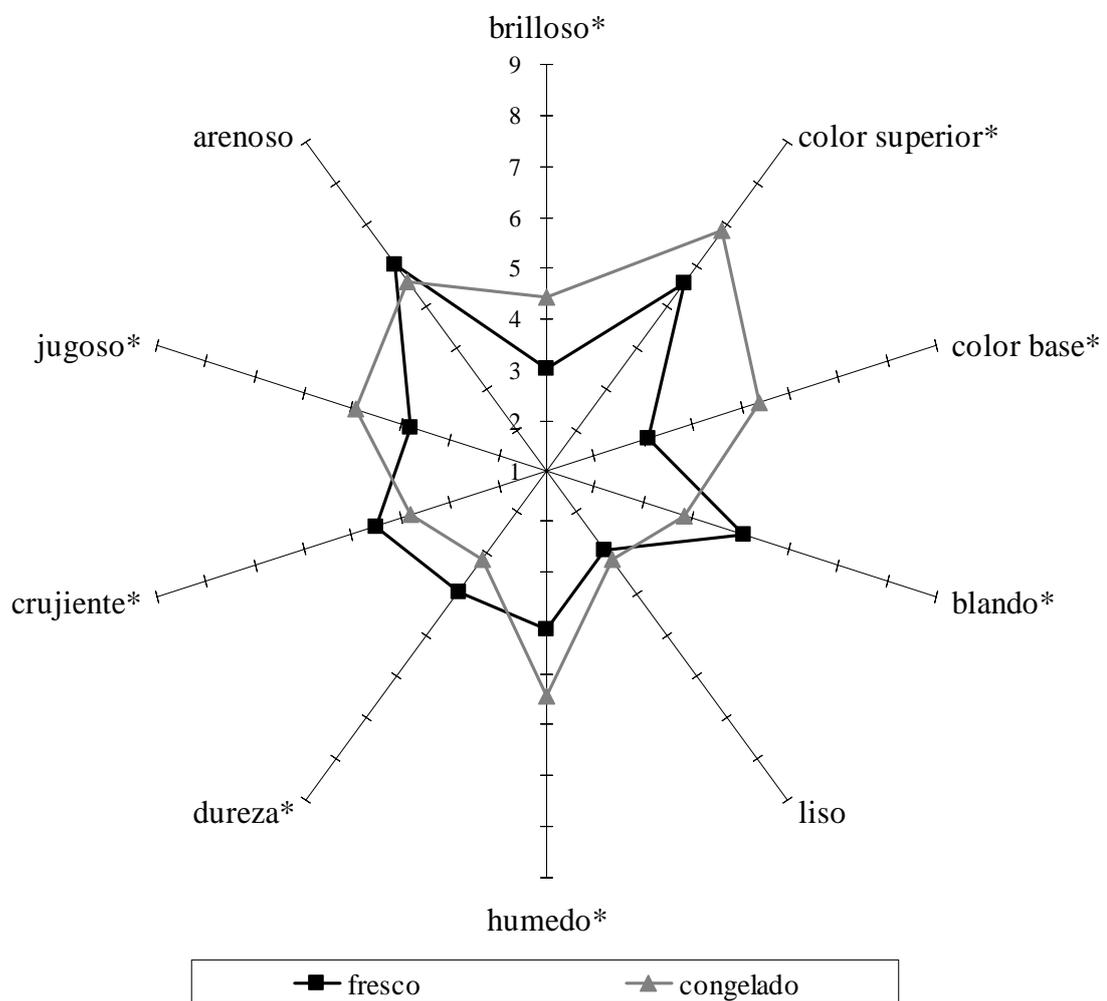


Figura 31. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de huitlacoche silvestre en fresco y congelado *Existe diferencia estadísticamente significativa

En la Figura 32 se puede observar la representación gráfica de los atributos de olor y flavour, se encuentra una forma diferente en ambos perfiles debido a los cambios en la intensidad de flavour.

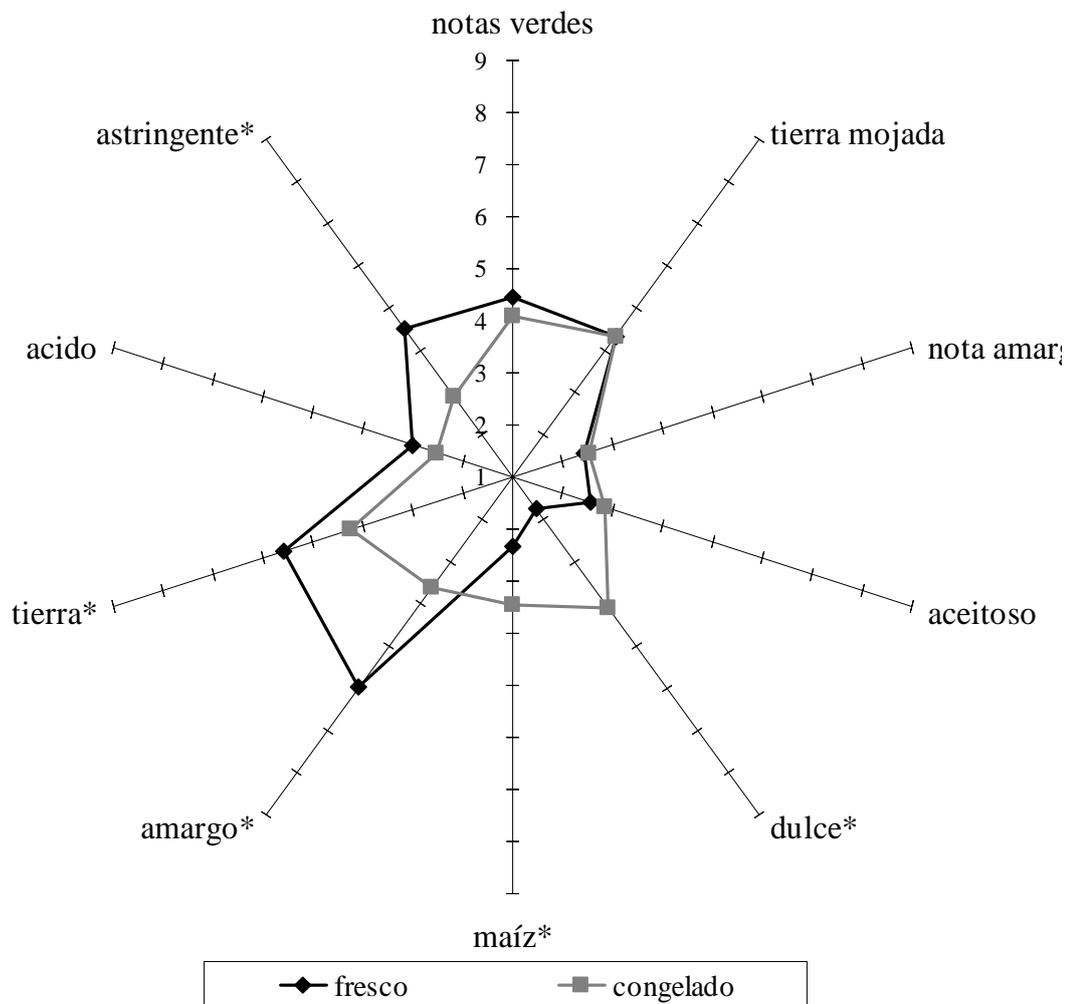


Figura 32. Coordenadas polares de los atributos de olor y flavour de huitlacoche silvestre en fresco y congelado *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE V.- Comparación de las características sensoriales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre

En general las muestras evaluadas presentaron características sensoriales diferentes, caracterizándose el huitlacoche en la Tabla 46 donde podemos observar la comparación de las características sensoriales de champiñones, setas y el huitlacoche silvestre fresco. Los resultados mostraron que el huitlacoche fue el menos “brillante” y los criminis y champiñón 2^a los más “brillantes”. La muestra de setas y huitlacoche mostraron el “color” menos intenso, mientras que el champiñón portobello fue el más intenso. Para la textura evaluada con la mano la muestra de champiñón 1^a, el portobello y las setas fueron las muestras más “blandas” y champiñón 2^a fue la muestra más “dura”. En cuanto a la “humedad” las setas y el huitlacoche fueron las más “secas” y champiñón 2^a la más “húmeda”. La evaluación de la textura evaluada con la boca mostró que la muestra champiñón 1^a fue la más “suave” y las setas como las más “duras” en cuanto a textura evaluada con la boca. El portobello y champiñón 1^a fueron las menos “crujientes”, mientras que las setas fueron las más “crujientes”. La muestra champiñón 1^a fue la menos “jugosa” y el champiñón portobello y champiñón 2^a las más “jugosas”.

Tabla 46. Intensidad de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y en boca para champiñones, setas y huitlacoche silvestre frescos.

Atributos	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO	
	Brilloso	Color	Blando	Húmedo
Champiñón 1 ^a	4.71±1.88 ^{bc}	4.67±1.23 ^{ab}	4.54±0.89 ^a	6.21±1.62 ^{bc}
Champiñón 2 ^a	6.04±2.23 ^c	5.67±1.23 ^{bc}	5.54±0.89 ^b	7.63±1.51 ^d
Criminis	5.58±2.28 ^c	5.17±1.23 ^{ab}	5.04±0.89 ^{ab}	6.96±1.60 ^{cd}
Portobello	3.63±1.42 ^{ab}	6.65±1.59 ^c	4.58±1.81 ^a	5.46±1.27 ^b
Setas	3.33±1.32 ^{ab}	4.21±1.63 ^a	4.42±1.00 ^a	3.50±1.60 ^a
Huitlacoche silvestre	3.00±0.43 ^a	6.10±1.40 ^a	5.04±1.23 ^{ab}	4.13±1.09 ^a

Atributos	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA		
	Dureza	Crujiente	Jugoso
Champiñón 1 ^a	2.54±1.03 ^a	1.67±0.54 ^a	3.38±1.25 ^a
Champiñón 2 ^a	3.54±1.03 ^{abc}	2.17±0.54 ^{ab}	4.38±1.25 ^b
Criminis	3.04±1.03 ^{ab}	2.04±0.72 ^{ab}	3.88±1.25 ^{ab}
Portobello	3.25±1.78 ^{abc}	1.83±1.35 ^a	4.38±1.35 ^b
Setas	4.21±1.39 ^c	2.88±1.82 ^b	3.83±1.11 ^{ab}
Huitlacoche silvestre	3.92±0.93 ^{bc}	4.50±0.60 ^c	3.79±1.03 ^{ab}

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 33 podemos observar que el portobello, criminis, champiñón 1^a y 2^a muestran perfiles similares. Por otro lado las setas y el huitlacoche presentan perfiles diferentes a los de los champiñones.

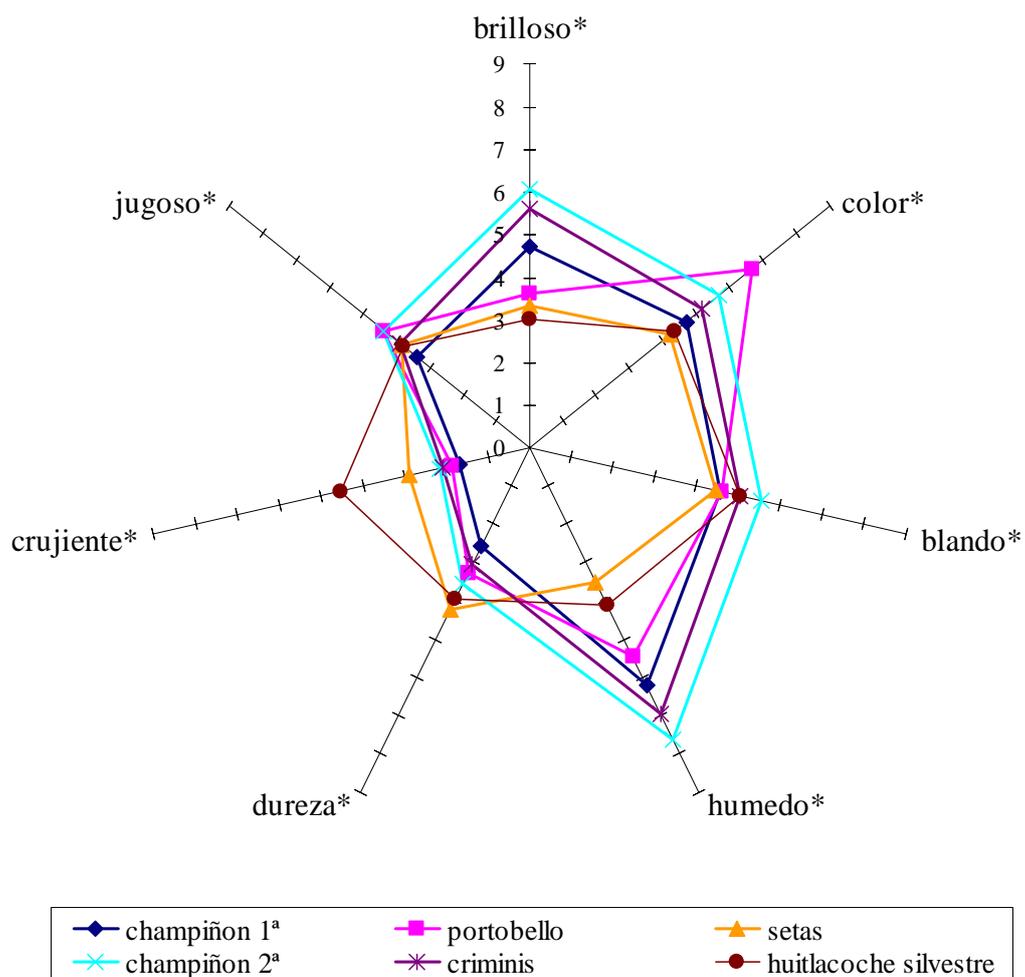


Figura 33. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñones, setas y huitlacoche silvestre en fresco *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE VI.- Comparación de las características sensoriales de champiñones y huitlacoche silvestre congelados

En la Tabla 47 podemos observar que las muestras de champiñones y huitlacoche silvestre congelados no muestran una diferencia significativa en el

olor a “notas verdes” y a “tierra mojada”, únicamente el huitlacoche congelado presentó una “nota amarga” menor que el resto de las muestras.

Tabla 47. Intensidad de los atributos de olor para champiñones y huitlacoche silvestre congelados

Atributos	Olor		
	Notas verdes	Tierra mojada	Nota Amarga
Champiñón 1 ^a	4.67±0.98 ^a	4.33±1.57 ^a	3.17±1.27 ^{ab}
Champiñón 2 ^a	4.96±1.21 ^a	4.58±1.20 ^a	3.46±1.18 ^{ab}
Criminis	4.33±1.32 ^a	4.54±2.08 ^a	3.63±1.58 ^b
Porto bello	4.38±1.92 ^a	5.08±2.21 ^a	3.92±1.47 ^b
Huitlacoche silvestre	4.08±1.10 ^a	4.33±1.34 ^a	2.50±1.19 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 48 se observa que criminis fue la muestra menos “brillosa” y el porto bello la más “brillosa”. La “coloración” menos intensa la presentó champiñón 1^a y la más intensa el porto bello. En cuanto a la textura evaluada con la mano el porto bello, champiñón 1^a, champiñón 2^a y el huitlacoche silvestre no muestran diferencia significativa siendo estos los más “blandos” y los criminis menos “blandos”. La muestra más “rugosa” fue el huitlacoche silvestre así como la menos “húmeda”, mientras que la más “húmeda” fue el portobello. En cuanto a la “dureza” no existe diferencia significativa entre las muestras. Los criminis fueron la muestra menos “jugosa” y champiñón 1^a la más “jugosa”.

Tabla 48. Intensidad de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y en boca para champiñones y huitlacoche silvestre congelados.

Atributos	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brilloso	Color	Blando	Liso	Húmedo
Champiñón 1 ^a	3.75±1.25 ^{ab}	5.75±1.48 ^a	3.88±0.86 ^a	1.92±0.42 ^a	6.50±1.61 ^{ab}
Champiñón 2 ^a	3.42±0.63 ^a	6.83±1.05 ^b	4.21±1.03 ^a	1.88±0.53 ^a	7.13±1.42 ^{bc}
Criminis	3.00±0.85 ^a	6.96±1.23 ^b	4.92±0.70 ^b	2.21±0.50 ^a	6.04±1.60 ^{ab}
Porto bello	4.92±1.22 ^c	8.33±0.65 ^c	3.79±0.84 ^a	2.25±0.97 ^a	8.04±1.37 ^c
Huitlacoche silvestre	4.42±1.06 ^{bc}	6.10±1.40 ^{ab}	3.83±0.83 ^a	3.17±0.94 ^b	5.42±1.73 ^a

Atributos	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Dureza	Jugoso
Champiñón 1 ^a	2.83±1.03 ^a	6.33±1.64 ^c
Champiñón 2 ^a	3.29±1.14 ^a	5.83±0.94 ^{bc}
Criminis	3.46±1.05 ^a	4.63±0.98 ^a
Porto bello	2.96±1.57 ^a	7.42±1.14 ^d
Huitlacoche silvestre	3.13±0.88 ^a	4.92±0.73 ^{ab}

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 34 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor, apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca, observándose un perfil similar entre las muestras de champiñones, siendo el portobello el que presentó mayor intensidad en la mayoría de los atributos evaluados, mientras que el huitlacoche silvestre fue menos “amargo” y “húmedo” pero más “liso” que el resto de las muestras.

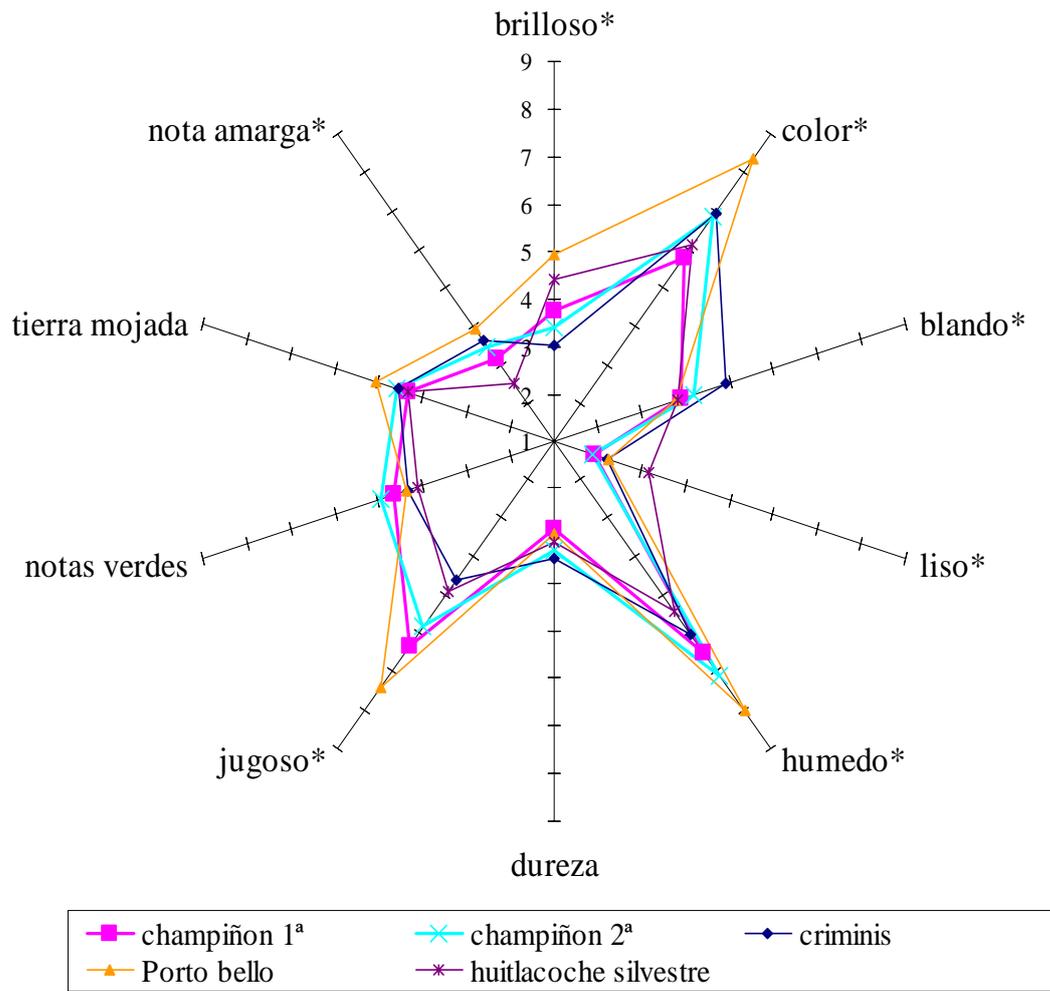


Figura 34. Coordenadas polares de los atributos de olor, apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñones y huitlacoche silvestre congelados *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE VII.- Efecto de la congelación en las características de los champiñones

En la Tabla 49, podemos observar el análisis estadístico que se realizó a las muestras de hongos, comparando las muestras en fresco con aquellas almacenadas en congelación. En el caso de champiñón 1ª únicamente existe una diferencia en la “jugosidad”, siendo la muestra congelada la más “jugosa”. En la muestra champiñón 2ª encontramos que la muestra en fresco fue la más

“brillosa”, la más “blanda”, mientras que la congelada fue la que presentó mayor intensidad de “color” y mayor “jugosidad”. En cuanto a los criminis la muestra fresca fue la más “brillosa” y la muestra congelada presentó la mayor intensidad de “color”. El porto bello fue la muestra que mayores cambios presentó al ser congelada siendo más “brillosa”, aumentó la intensidad de “color” no modificándose el resto de los atributos.

Tabla 49. Intensidad de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y en boca para champiñones frescos y congelados

CHAMPIÑON 1 ^a						
Atributo	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Brilloso	Color	Blando	Húmedo	Dureza	Jugoso
Fresco	4.71±1.88 ^a	4.67±1.23 ^a	4.54±0.89 ^a	6.21±1.62 ^a	2.54±1.03 ^a	3.38±1.25 ^a
Congelado	3.75±1.25 ^a	5.75±1.48 ^a	3.88±0.86 ^a	6.50±1.61 ^a	2.83±1.03 ^a	6.33±1.64 ^b
CHAMPIÑON 2 ^a						
Atributo	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Brilloso	Color	Blando	Húmedo	Dureza	Jugoso
Fresco	6.04±2.23 ^b	5.67±1.23 ^a	5.54±0.89 ^b	7.63±1.51 ^a	3.54±1.03 ^a	4.38±1.25 ^a
Congelado	3.42±0.63 ^a	6.83±1.05 ^b	4.21±1.03 ^a	7.13±1.42 ^a	3.29±1.14 ^a	5.83±0.94 ^b
CRIMINIS						
Atributo	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Brilloso	Color	Blando	Húmedo	Dureza	Jugoso
Fresco	5.58±2.28 ^b	5.17±1.23 ^a	5.04±0.89 ^a	6.96±1.60 ^a	3.04±1.03 ^a	3.88±1.25 ^a
Congelado	3.00±0.85 ^a	6.96±1.23 ^b	4.92±0.70 ^a	6.04±1.60 ^a	3.46±1.05 ^a	4.63±0.98 ^a
PORTOBELLO						
Atributo	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Brilloso	Color	Blando	Húmedo	Dureza	Jugoso
Fresco	3.63±1.42 ^a	5.46±2.05 ^a	4.58±1.81 ^a	5.46±1.27 ^a	3.25±1.78 ^a	4.38±1.35 ^a
Congelado	4.92±1.22 ^b	8.33±0.65 ^b	3.79±0.84 ^a	8.04±1.37 ^b	2.96±1.57 ^a	7.42±1.14 ^b

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En general como se observará en la representación gráfica de los perfiles, mostradas en las Figuras 35 a 38 la congelación modifica las características sensoriales de los champiñones siendo la muestra Porto bello la

más afectada, lo que da como resultado un perfil sensorial diferente al de la muestra en fresco.

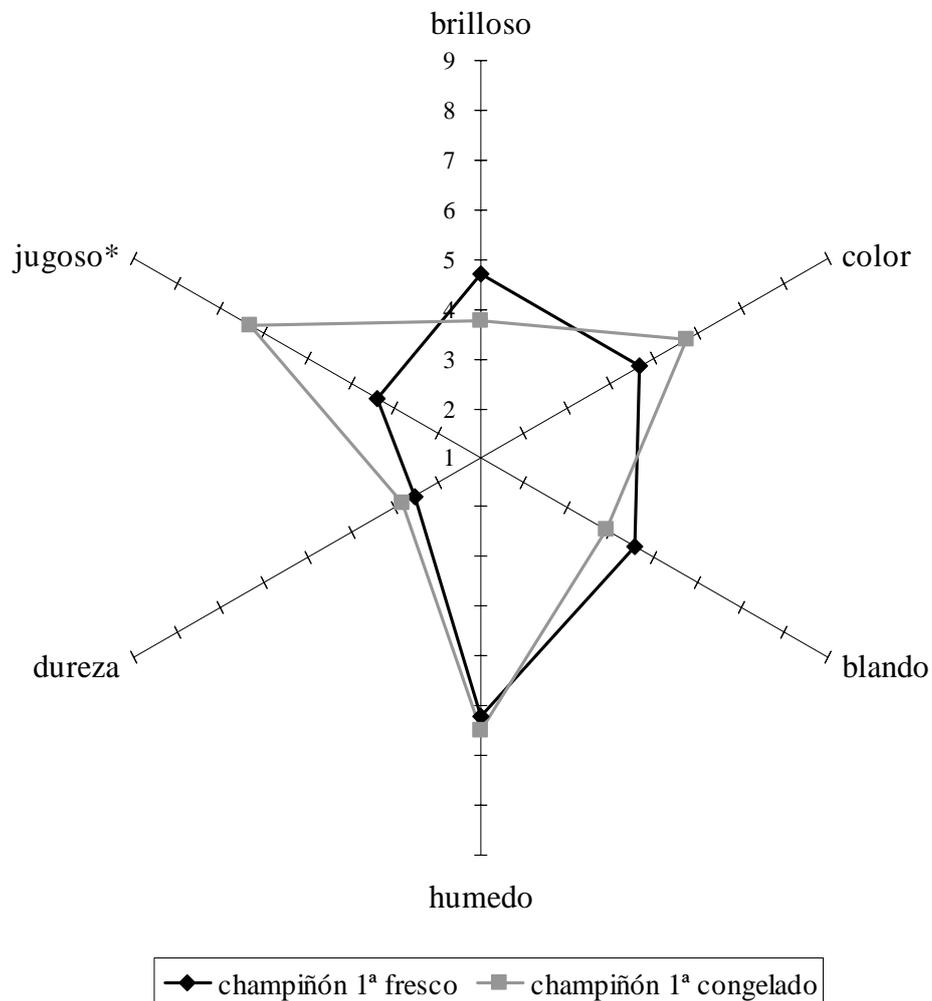


Figura 35. Coordinadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñón 1ª ^{*Existe} diferencia estadísticamente significativa

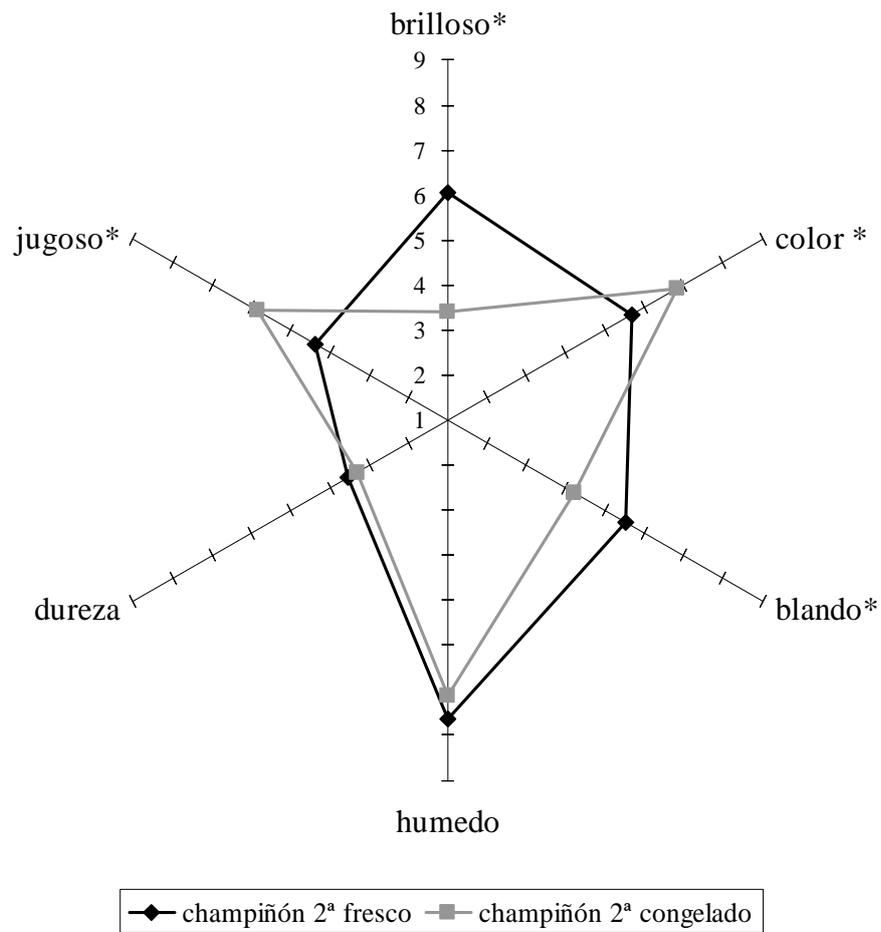


Figura 36. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñón 2ª

*Existe diferencia estadísticamente significativa

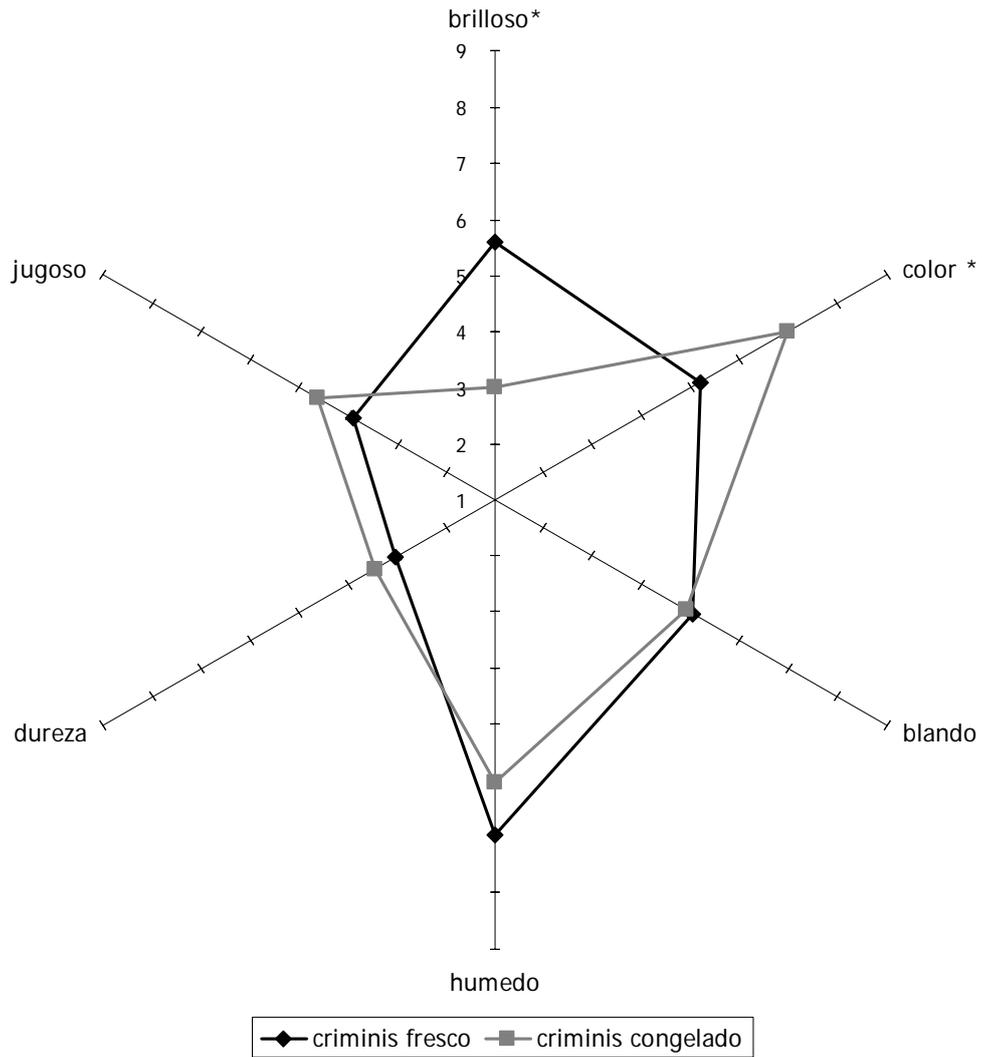


Figura 37. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de criminis *Existe diferencia estadísticamente significativa

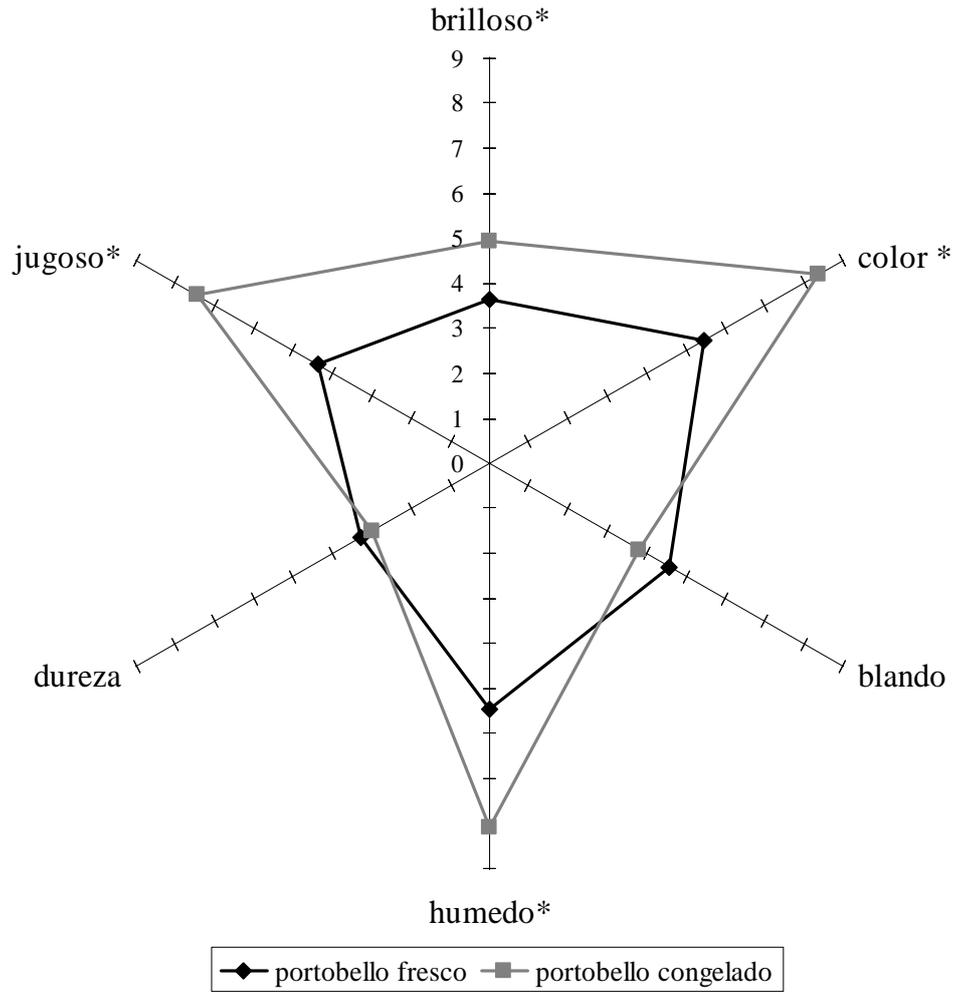


Figura 38. Coordenadas polares de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de portobello *Existe diferencia estadísticamente significativa

PARTE VIII.- Comparación de las características sensoriales de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

Como era de esperarse el efecto por el tipo de almacenamiento (los champiñones sufrieron cocción y almacenamiento en salmuera) el huitlacoche fresco fue el que presentó las mayores diferencias con una intensidad media a

“notas verdes” que los diferenció del resto de las muestras, una mayor “rugosidad” y “dureza”, sin embargo como se observará más a detalle en los párrafos siguientes, las muestras de China e India presentaron perfiles similares con las únicas diferencias en “color” y “dureza” en boca. En la Tabla 50, podemos observar que en los atributos de olor el huitlacoche silvestre fresco muestra una intensidad mayor a “notas verdes”, mientras que en el olor “nota amarga” no existe una diferencia significativa, siendo esta nota suave en todas las muestras.

Tabla 50. Intensidad de los atributos de olor de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

Atributo	Olor	
	Notas verdes	Nota Amarga
CHINA	2.79±1.20 ^a	2.79±1.51 ^a
INDIA	3.13±1.75 ^a	3.04±1.67 ^a
MEXICO	2.83±1.60 ^a	2.83±1.54 ^a
Huitlacoche silvestre	4.46±1.51 ^b	2.42±1.06 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de olor de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Tabla 51 podemos observar que de los atributos de apariencia los champiñones enlatados de México fueron los más “brillosos”, en color la muestra menos intensa fue la de China y la más intensa la de India. Para los atributos de textura evaluada con la mano, no se encontró diferencia significativa en el atributo blando, siendo más rugosa y más seca la del huitlacoche silvestre aunque eso era esperado ya que las muestras de champiñones enlatados se comercializan en salmuera. En cuanto a los

atributos de textura evaluada con la boca la muestra más dura y menos jugosa fue la del huitlacoche silvestre.

Tabla 51. Intensidad de los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

Atributo	APARIENCIA		TEXTURA EVALUADA CON LA MANO		
	Brilloso	Color	Blando	Liso	Húmedo
CHINA	4.00±1.58 ^a	3.96±1.05 ^a	4.75±1.67 ^a	1.75±0.62 ^a	6.17±1.64 ^b
INDIA	3.63±1.43 ^a	6.83±0.75 ^c	4.33±1.68 ^a	2.38±1.05 ^{ab}	6.00±1.88 ^b
MEXICO	5.42±1.31 ^b	4.88±0.71 ^b	4.63±1.71 ^a	2.08±0.70 ^a	6.75±1.60 ^b
Huitlacoche silvestre	3.00±0.43 ^a	6.10±1.40 ^{ab}	5.04±1.23 ^a	2.92±0.87 ^b	4.13±1.09 ^a

Atributo	TEXTURA EVALUADA CON LA BOCA	
	Dureza	Jugoso
CHINA	3.42±1.10 ^{bc}	4.50±1.22 ^{ab}
INDIA	2.50±0.64 ^a	4.63±1.21 ^{ab}
MEXICO	2.96±1.23 ^{ab}	4.83±1.37 ^b
Huitlacoche silvestre	3.92±0.93 ^c	3.79±1.03 ^a

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de las diferentes muestras en una columna. $\alpha \leq 0,05$

En la Figura 39 podemos observar la representación gráfica de los atributos de olor, apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca, observándose que presentan intensidades bajas, intermedias y altas, cada uno con un perfil diferente.

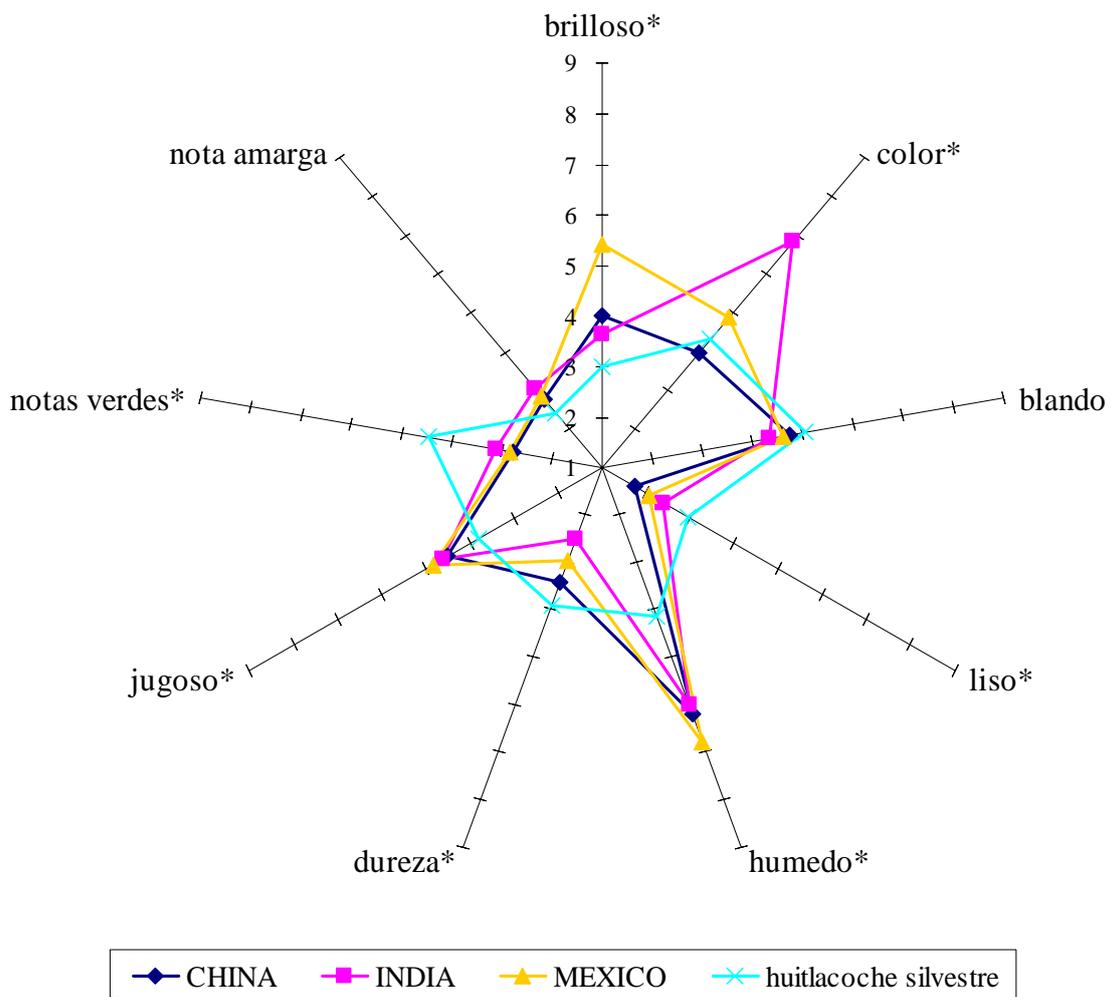


Figura 39. Coordenadas polares de los atributos de olor, apariencia, textura evaluada con la mano y textura evaluada con la boca de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre en fresco *Existe diferencia estadísticamente significativa

7.4 ANÁLISIS INSTRUMENTAL DEL COLOR

PARTE I.- Estudio de las características cromáticas de las variedades Aspros 822 y Aspros 1501 en diferentes lotes de producción

En la Figura 40 se observa los resultados de los lotes de Marzo y Octubre de Aspros 822 mostrando que la parte superior es más oscura (representada por el valor L^* < a 60), tiende a tonalidades rojas (valor a^* positivo) y a las tonalidades amarillas (valor de b^* positivo), sin diferencia significativa entre los lotes. El valor C^* representa la cromaticidad o saturación de color, es decir, indica la concentración del color en la muestra. La longitud de onda que predomina en la zona de medición del color está representada por el valor de h° . Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que no hay diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la parte superior de la agalla.

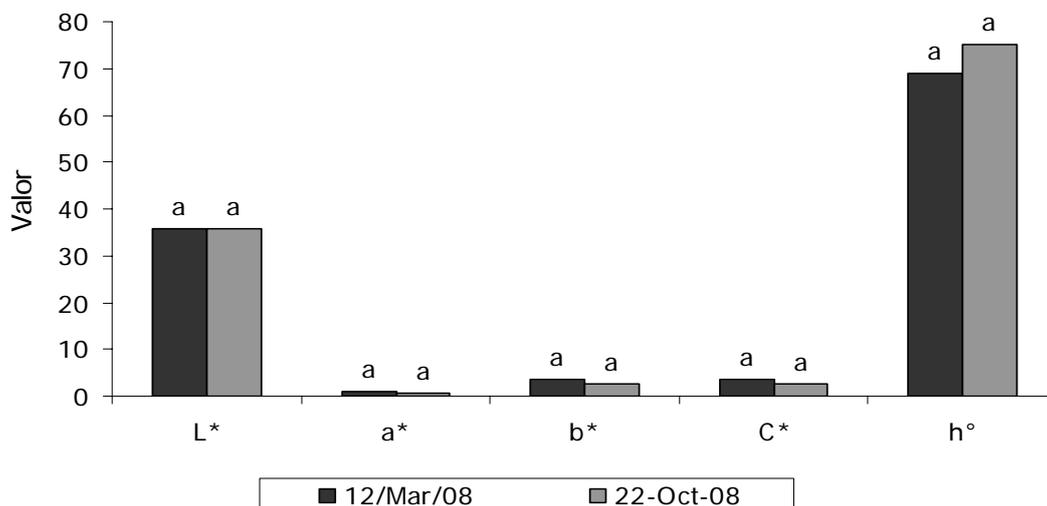


Figura 40. Atributos de color instrumental en la parte superior evaluados en los dos lotes de Aspros 822

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L^* a^* b^* C^* h° de las diferentes muestras

En la Figura 41 podemos observar que la base de la agalla fue más clara que la parte superior aunque sigue dentro de lo oscuro (representada por el valor $L^* < 60$), tiende a tonalidades rojas (valor a^* positivo) siendo más intenso en el lote del 12 de marzo y a las tonalidades amarillas (valor de b^* positivo). La longitud de onda que predomina en la zona de medición del color está representada por el valor de h° . Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que existe diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la base de la agalla.

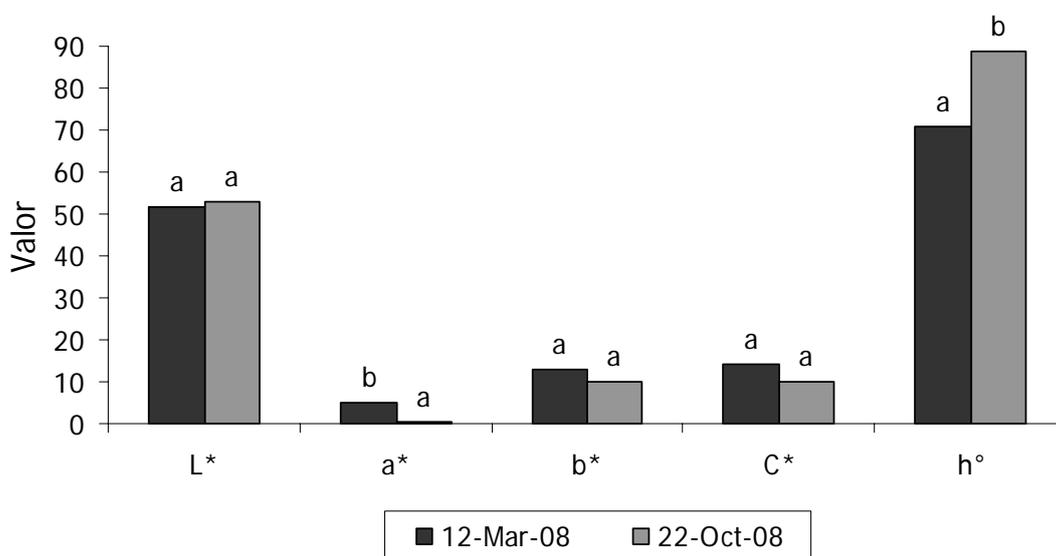


Figura 41. Atributos de color instrumental de la base de la agalla evaluados en los dos lotes de Aspros 822.

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L^* a^* b^* C^* h° de las diferentes muestras.

Para los lotes de junio y octubre de Aspros 1501 los resultados se muestran en la Figura 42, en ella podemos observar que la parte superior de la agalla fue oscura en ambos lotes, tienden a tonalidades rojas (valor a^* positivo), y a las tonalidades amarillas aunque la muestra del 2 de octubre fue más

amarilla que la que se encuentra dentro de la temporada de cultivo del maíz (valor de b^* positivo) con el valor b^* más grande. El valor C^* representa la saturación de color, indicando la concentración del color en la muestra siendo el color de estas muestras más saturado que el del huitlacoche Aspros 822. Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que no existe diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la parte superior de la agalla.

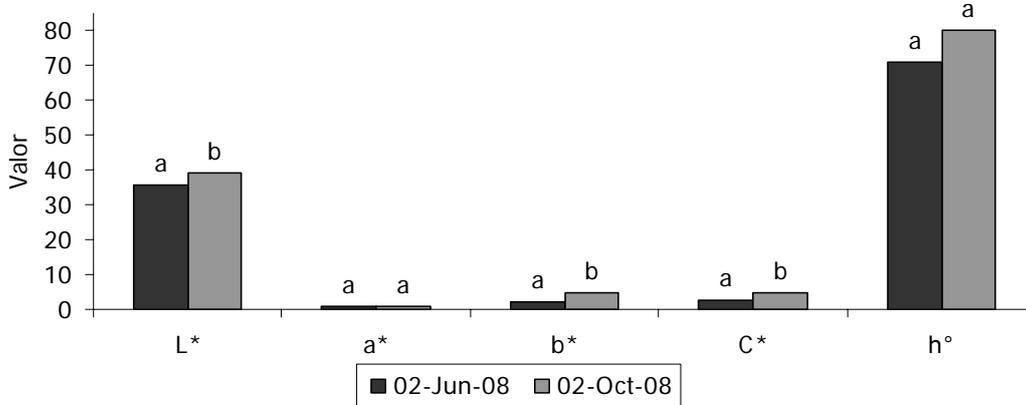


Figura 42. Atributos de color instrumental de la parte superior de la agalla evaluados en los dos lotes de Aspros 1501 ^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L^* a^* b^* C^* h° de las diferentes muestras

En la Figura 43 podemos observar que la base de la agalla fue menos oscura (representada por el valor $L^* > 60$), tiende a tonalidades rojas (valor a^* positivo) y amarillas (valor de b^* positivo). Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que existe diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la base de la agalla.

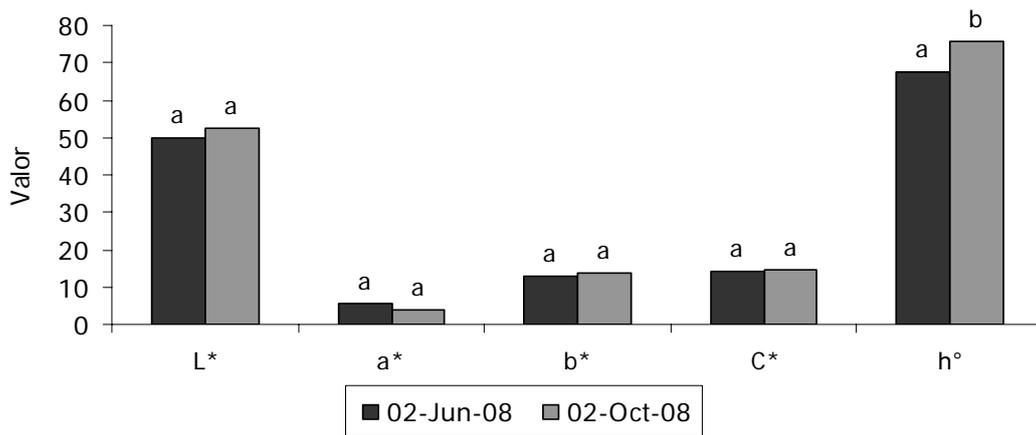


Figura 43. Atributos de color instrumental de la base de la agalla evaluados en los dos lotes de Aspros 1501

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras

PARTE II.- Comparación de las características cromáticas del huitlacoche cultivado y el huitlacoche silvestre en fresco

En la Figura 44 podemos observar que la parte superior de la agalla de Aspros 900 fue más oscura siendo la muestra Aspros 905 la única muestra clara (representada por el valor L* < 60), la muestra Aspros 905 tendió a tonalidades verdes (valor a* negativo) mientras que presentaron tonos amarillo verdoso no observándose diferencias significativas en el valor b*. Todas las muestras mostraron el mismo grado de saturación de color existiendo diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la parte superior de la agalla.

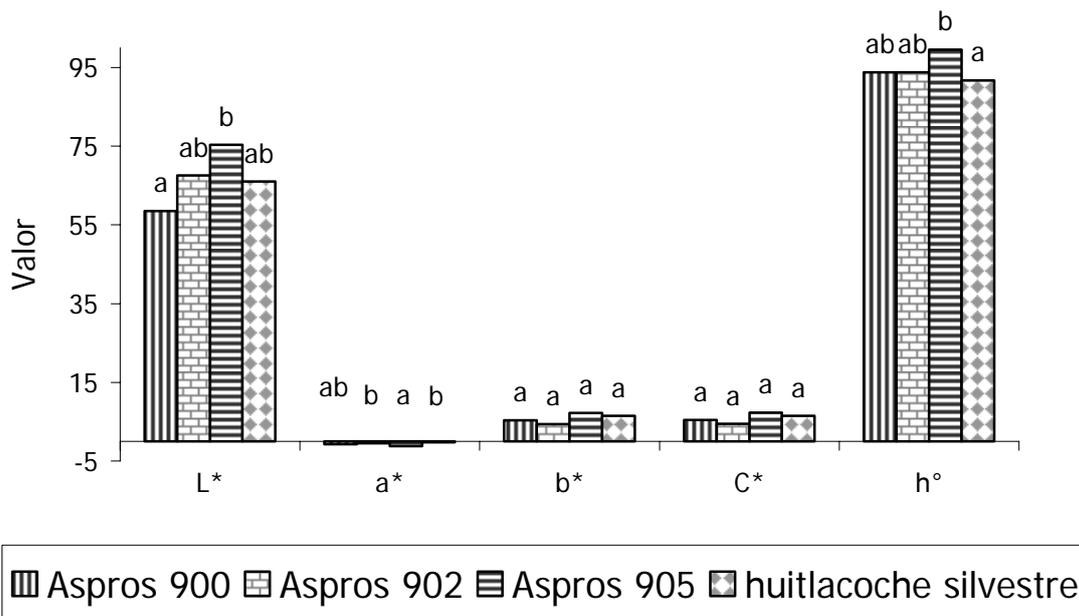


Figura 44. Atributos de color instrumental de la parte superior de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en fresco

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras.

En la Figura 45 podemos observar que en general la base de las agallas fueron claras, tendiendo a tonos más obscuras el huitlacoche fresco, todas las muestras tendieron a tonalidades amarillo verdosas (valor de a* negativo) siendo el huitlacoche silvestre el de tonos menos intensos. Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que no existe diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la base de la agalla.

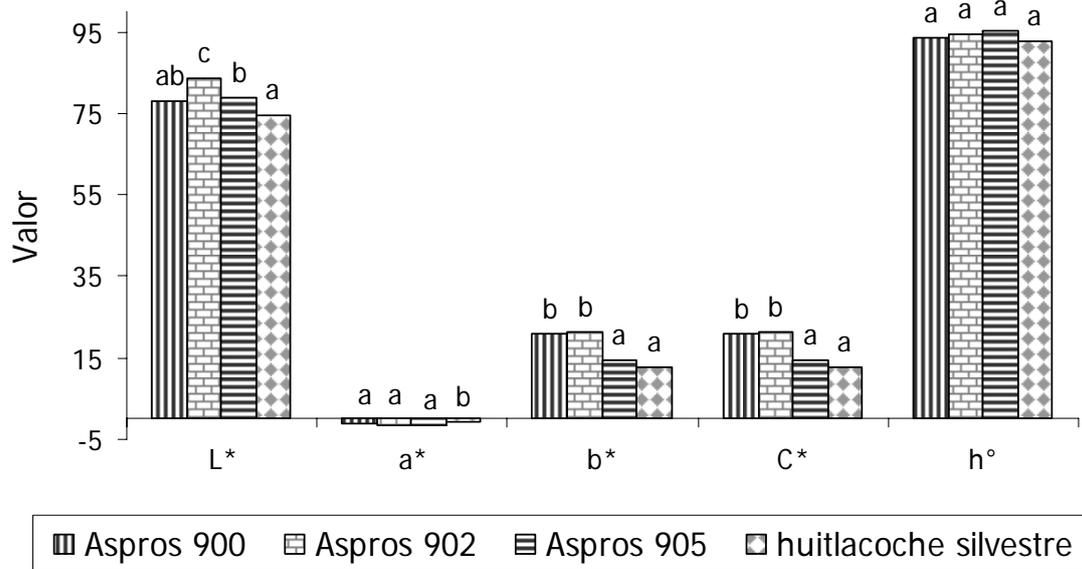


Figura 45. Atributos de color instrumental de la base de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en fresco

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras

PARTE III.- Efecto de la congelación en las características cromáticas del huitlacoche

Aunque en la evaluación de los atributos sensoriales se observó que la congelación si tiene un efecto en el color de las muestras de huitlacoche, en este apartado se puede observar con base en los atributos cromáticos del color que en general la mayor variación entre las muestras se dan en el atributo a* y b*. En la Figura 46 podemos observar que la parte superior de la agalla de 910 fue la más oscura (representada por el valor L* < 60) y Milenio fue la más clara (representada por el valor L* > 60) presentando la muestra de huitlacoche silvestre una luminosidad similar al resto de las muestras evaluadas. En la Figura 47 aparecen los resultados de los atributos a* y b*, en ella se puede

observar que la muestra Milenio presentó las tonalidades más verdes (valor a^* negativo) junto con el huitlacoche silvestre y el Tornado Elotero las tonalidades más rojas (valor a^* positivo), por otro lado la muestra 948 fue la que presentó las tonalidades amarillo claro, con una mayor saturación de color (valor de b^* positivo). Los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que existe diferencia significativa entre las longitudes de onda predominantes en la parte superior de la agalla, siendo la muestra Matador con la mayor diferencia en color (Figuras 48 y 49).

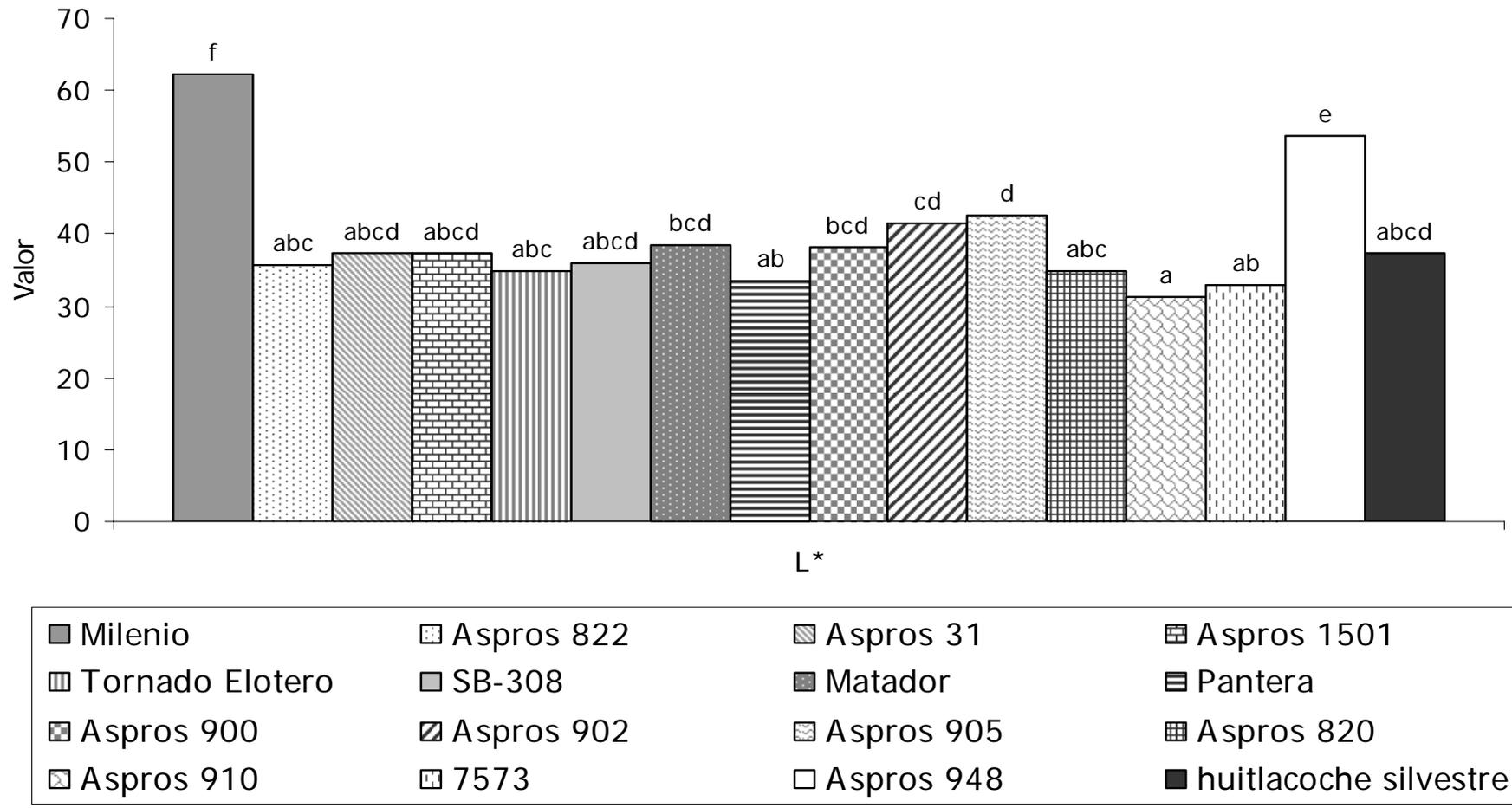


Figura 46. Atributos de color L* de la parte superior de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* hº de las diferentes muestras.

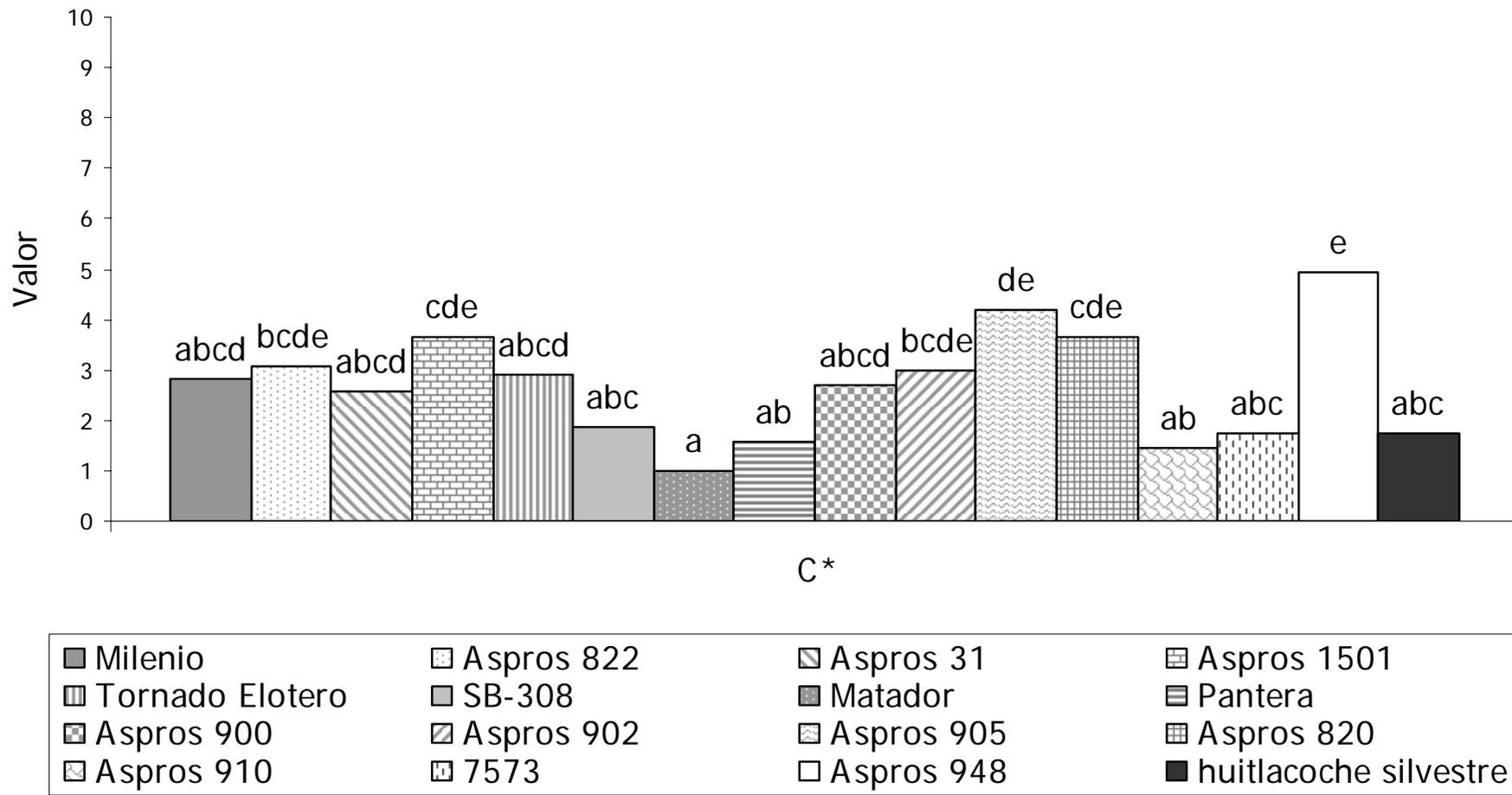


Figura 48. Atributos de color C* de la parte superior de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en congelación

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

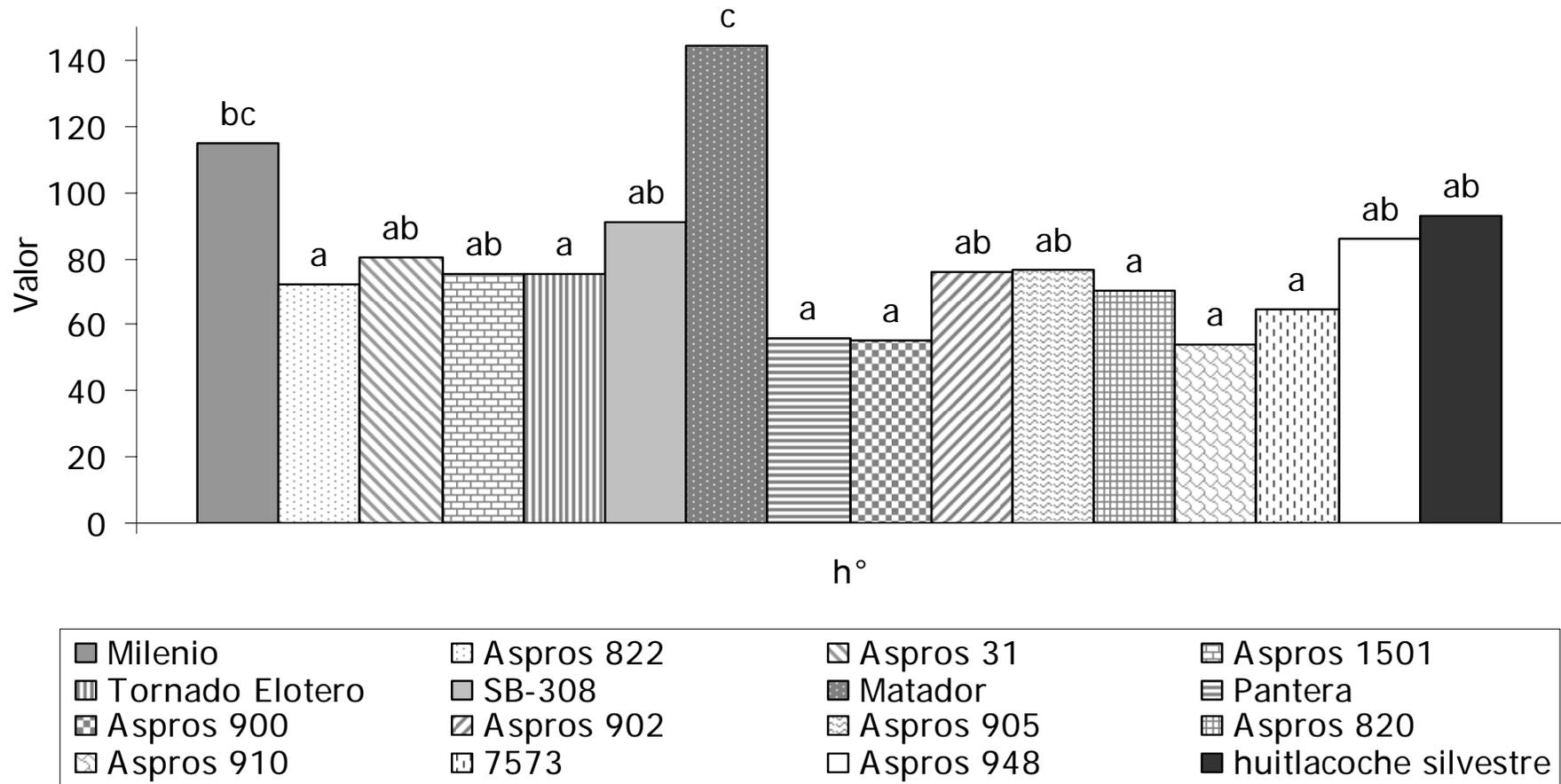


Figura 49. Atributos de color h° de la parte superior de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

En la Figura 50 se observa los valores del atributo cromático L^* en la base de la agalla observándose que la muestra Pantera es la más oscura (representada por el valor $L^* < 60$) y Milenio la más clara (representada por el valor $L^* > 60$). En la Figura 51 se muestran los resultados de los atributos cromáticos a^* y b^* , en ella podemos observar que la muestra Milenio fue la única que presentó tonalidades verdes (valor a^* negativo) presentando el resto de las muestras tonalidades rojas (valor a^* positivo), por otro lado, para el atributo b^* la muestra 948 presentó la menor intensidad amarilla siendo la muestra de huitlacoche silvestre la más amarilla y con mayor saturación de color (mayor valor C^*) Figura 52, en cuanto a las longitudes de onda no presentan diferencia significativa (Figura 53).

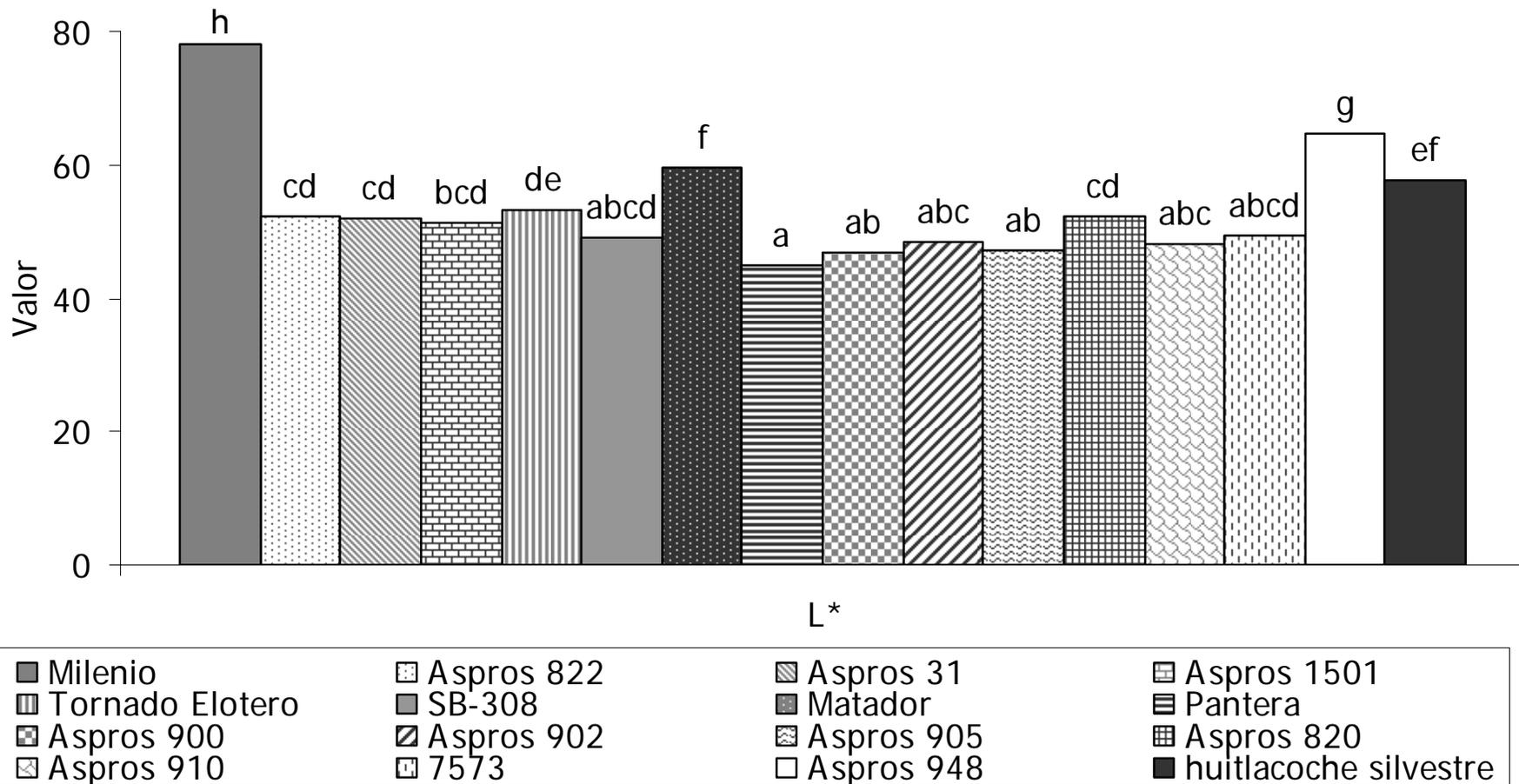


Figura 50. Atributos de color L* de la base de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* hº de las diferentes muestras.

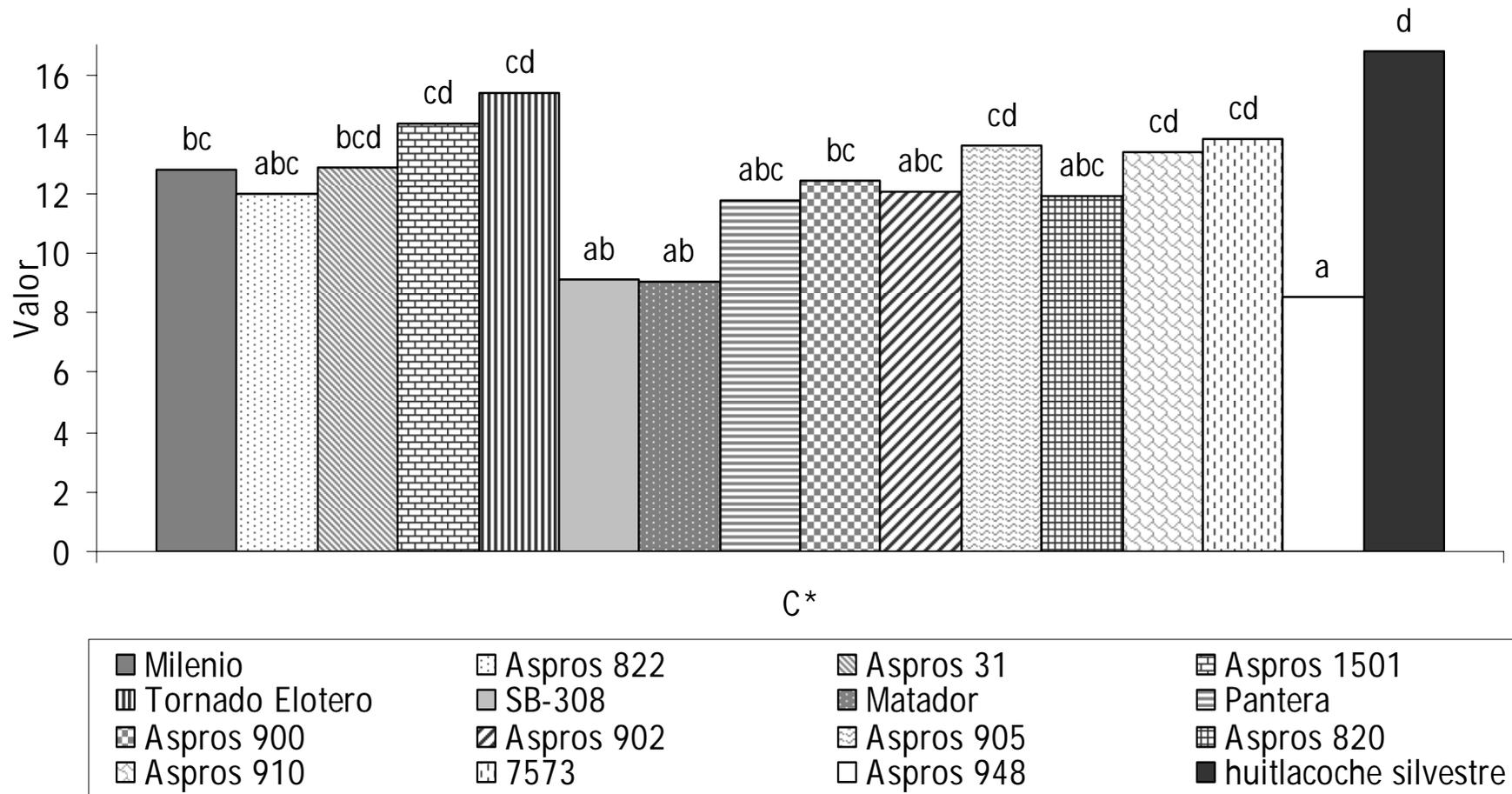


Figura 52. Atributos de color C* de la base de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras.

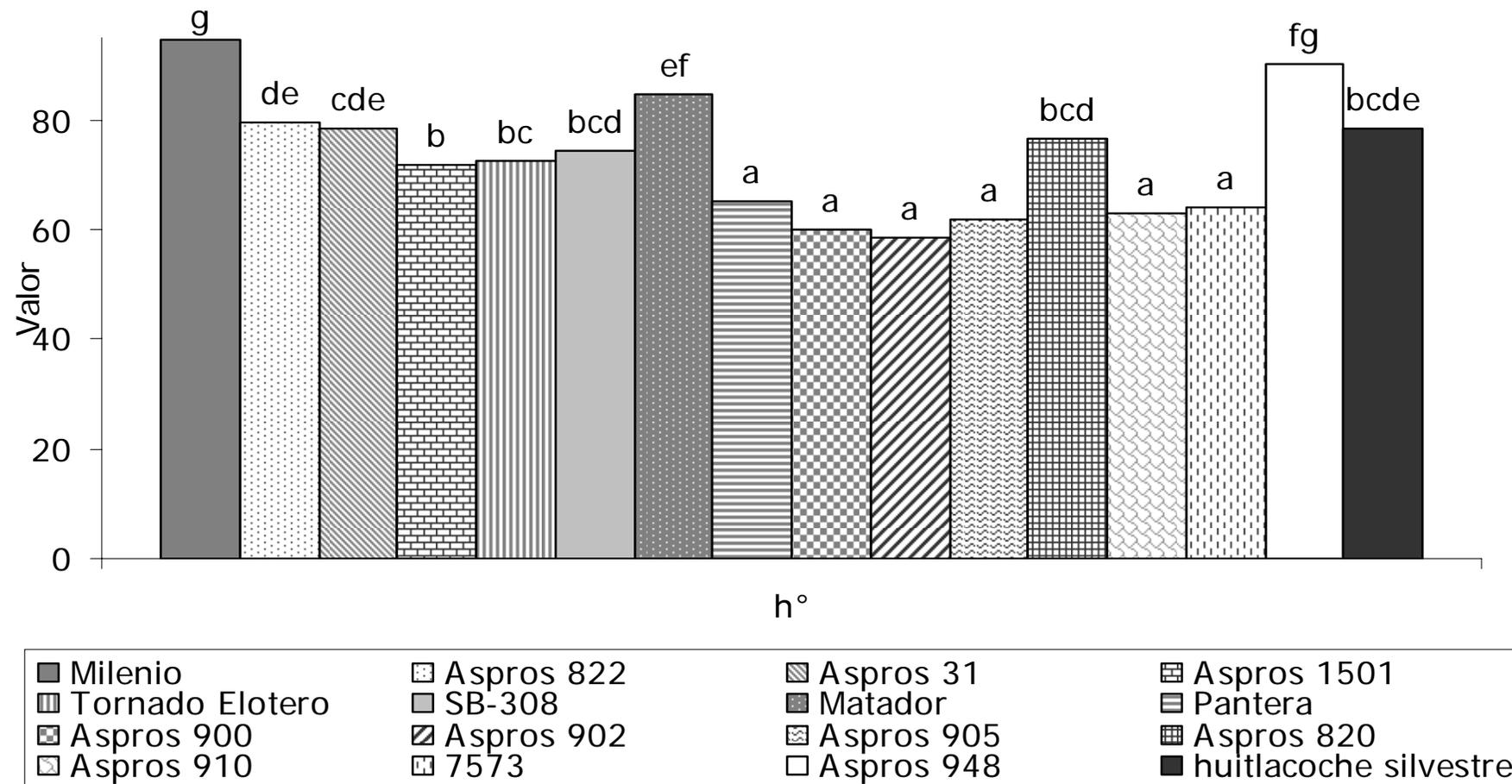


Figura 53. Atributos de color h° de la base de la agalla evaluados en huitlacoche cultivado y silvestre en congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras.

PARTE IV.- Efecto de la congelación en las características cromáticas instrumentales del huitlacoche silvestre

En la Figura 54 podemos observar que la congelación disminuye la intensidad de color de oscuro a claro (valor L^* < 60) no observándose un efecto en las tonalidades rojas (valor a^* positivo), sin embargo disminuyen las tonalidades amarillas (valor b^* positivo) y en general; sin embargo no se observa un efecto en la longitud de onda que predomina en la zona de medición del color.

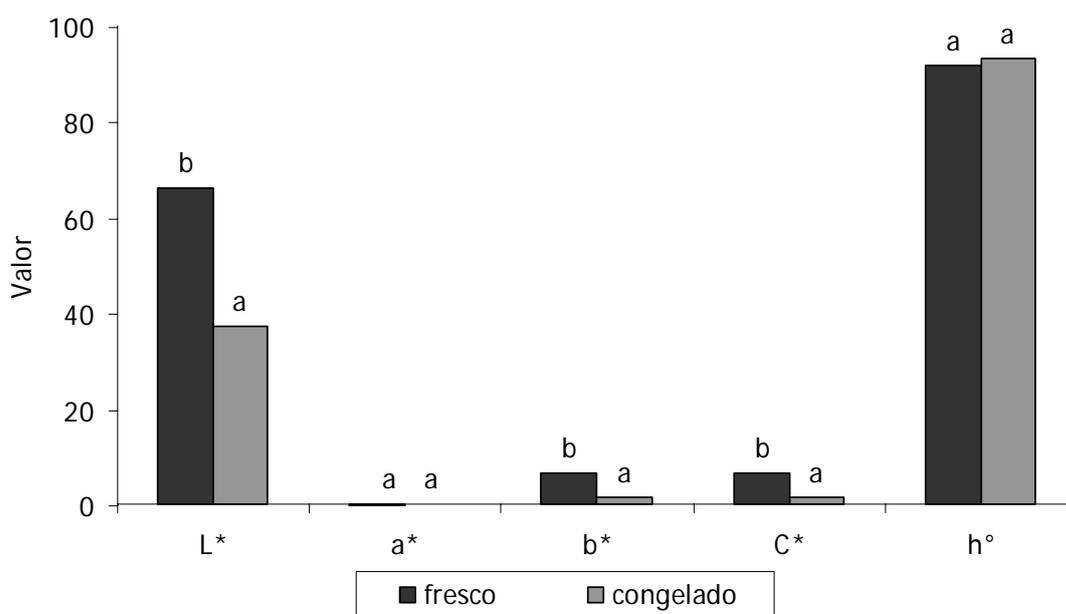


Figura 54. Atributos de color instrumental de la parte superior de la agalla evaluados en huitlacoche silvestre en fresco y congelado

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L^* a^* b^* C^* h° de las diferentes muestras.

En la Figura 55 podemos observar los resultados de la base de la agalla observándose que la congelación disminuye la intensidad de color de oscuro a claro de manera más pronunciada que en la parte superior de la agalla, sin embargo no afecta las tonalidades amarillas pero sí las rojas intensificándolas y aumenta la saturación del color, este efecto es contrario a lo observado en la parte superior de la agalla, además se observa diferencia en la longitud de onda.

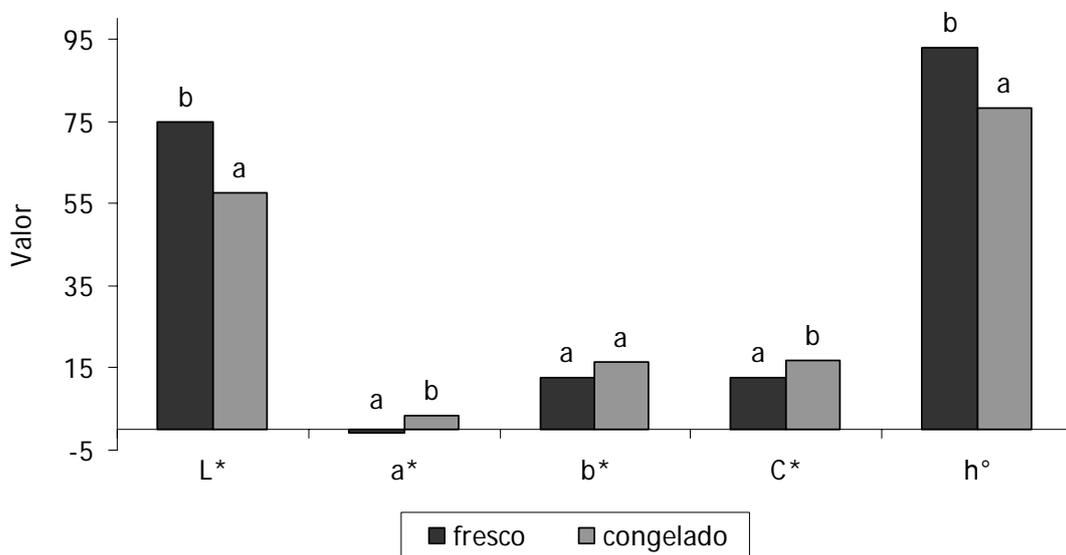


Figura 55. Atributos de color instrumental en la base de la agalla evaluados en huitlacoche silvestre en fresco y congelado

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras.

PARTE V.- Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones y setas con el huitlacoche silvestre fresco

En la Figura 56 se muestran los resultados cromáticos de champiñón 1^a, champiñón 2^a, criminis, portobello, setas y huitlacoche silvestre fresco, en ellas

se puede observar que champiñón 2^a y portobello fueron los más oscuros (representada por el valor L* < 60) y la champiñón 1^a y setas los más claros (representada por el valor L* > 60). El huitlacoche silvestre y las setas presentaron tonalidades verdes (valor a* negativo) mientras que las muestras champiñón 2^a y portobello tonalidades rojas (valor a* positivo). Aunque todas las muestras presentaron tonalidades amarillas siendo las setas las que presentaron el color más intenso, así como una mayor saturación de color y variación en la longitud de onda (valor b* positivo).

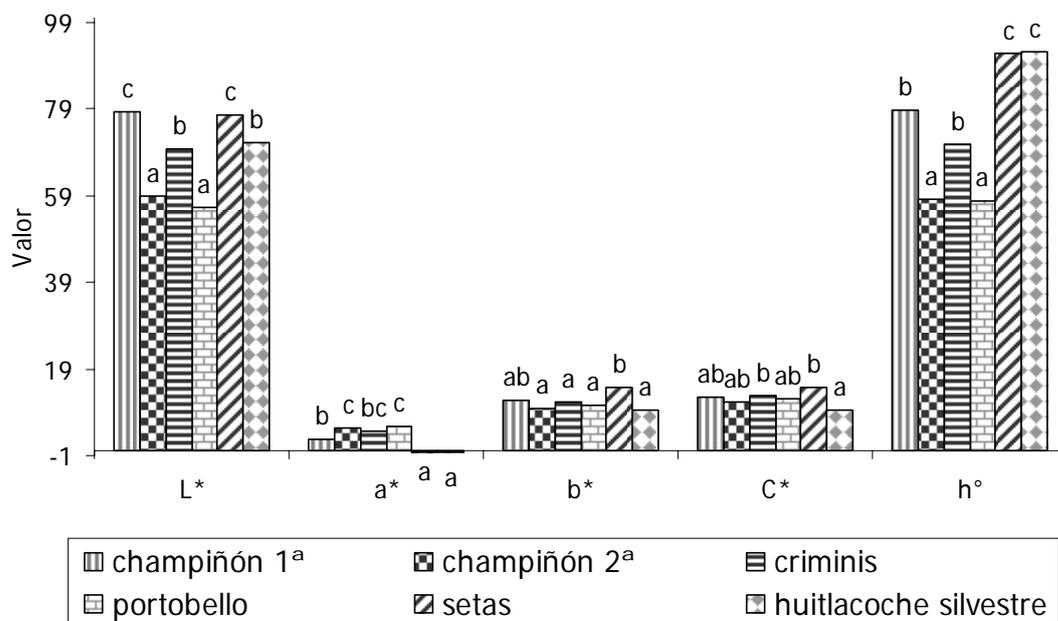


Figura 56. Atributos de color instrumental evaluados en champiñones, setas y huitlacoche silvestre en fresco

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

PARTE VI.- Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones y huitlacoche silvestre congelados

En la Figura 57 se muestran los resultados de champiñón 1^a, champiñón 2^a, criminis, portobello y huitlacoche silvestre, en ella podemos observar que después de someter las muestras a congelación estas mantienen un color oscuro, siendo champiñón 2^a la más oscura (representada con valores $L^* < 60$) y champiñón 2^a la más clara (representada con valores $L^* > 60$) y la que presenta tonalidades verdes y amarillas además de la mayor saturación de color y mayor valor de h° , siendo la muestra que más se diferenció del resto por sus atributos de color, seguido de la muestra de huitlacoche.

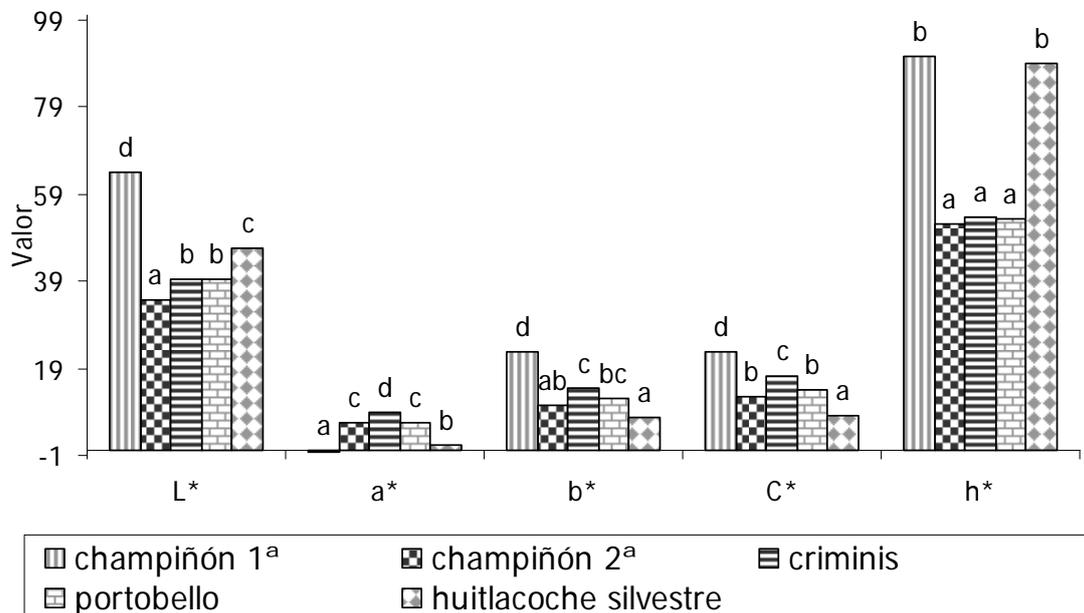


Figura 57. Atributos de color instrumental evaluados en champiñones y huitlacoche silvestre almacenados en congelación

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L^* a^* b^* C^* h° de las diferentes muestras en una columna.

PARTE VII.- Efecto de la congelación en las características cromáticas instrumentales de los champiñones

En la Figura 58 podemos observar que la congelación tiene un efecto similar en la modificación del color en champiñón 1^a a lo observado en el criminis (Figura 60) a excepción de las tonalidades rojas y el h⁰; sin embargo, en el champiñón 2^a solo se ve afectado por efecto de la congelación L* y h⁰ disminuye en ambos casos (Figura 59).

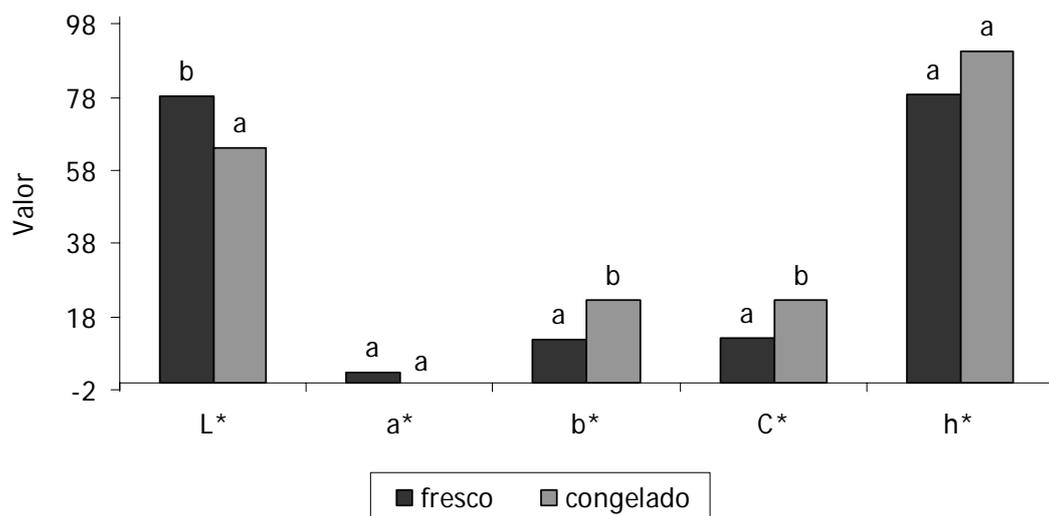


Figura 58. Atributos de color instrumental evaluados en champiñón 1^a fresco y congelado

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h⁰ de las diferentes muestras en una columna.

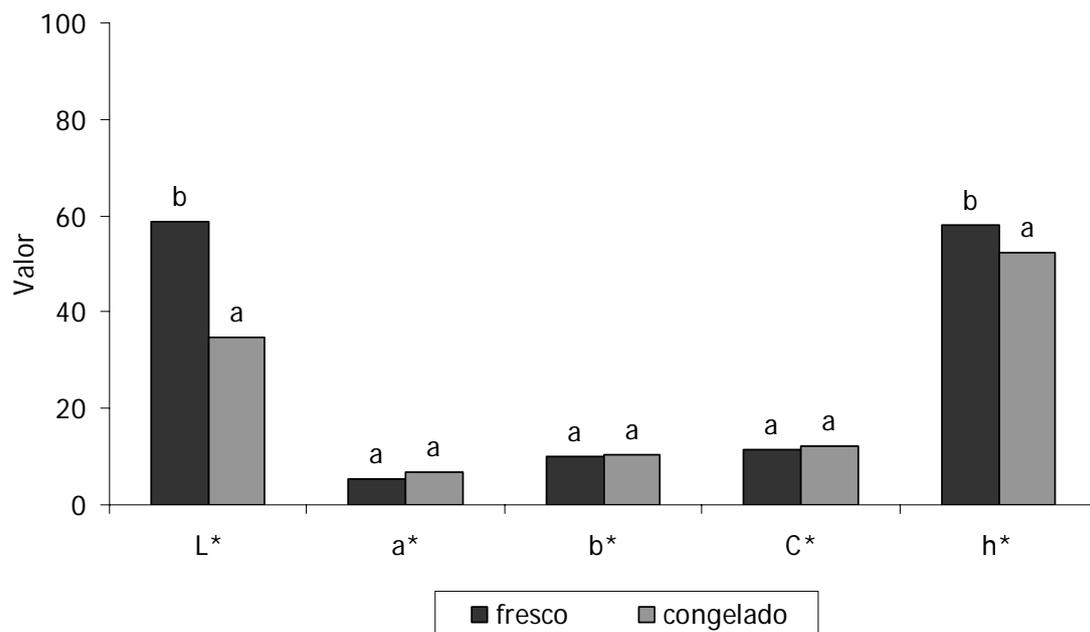


Figura 59. Atributos de color instrumental evaluados en champiñón 2^a fresco y congelado

^{abc} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

En la Figura 60 podemos observar que la congelación modificó la intensidad de color de oscuro a claro incrementado la saturación del color y disminuyó la longitud de onda en el hongo criminis en fresco. También aumentó las tonalidades rojas (valor a* positivo), y amarillas (valor b* positivo); cabe mencionar que el champiñón criminis es el mismo champiñón Portobello en su etapa inicial de crecimiento con lo que se observa que la etapa de madurez en el caso de este tipo de champiñón cambia las características sensoriales haciendo menos susceptibles los cambios en el Portobello (Figura 61).

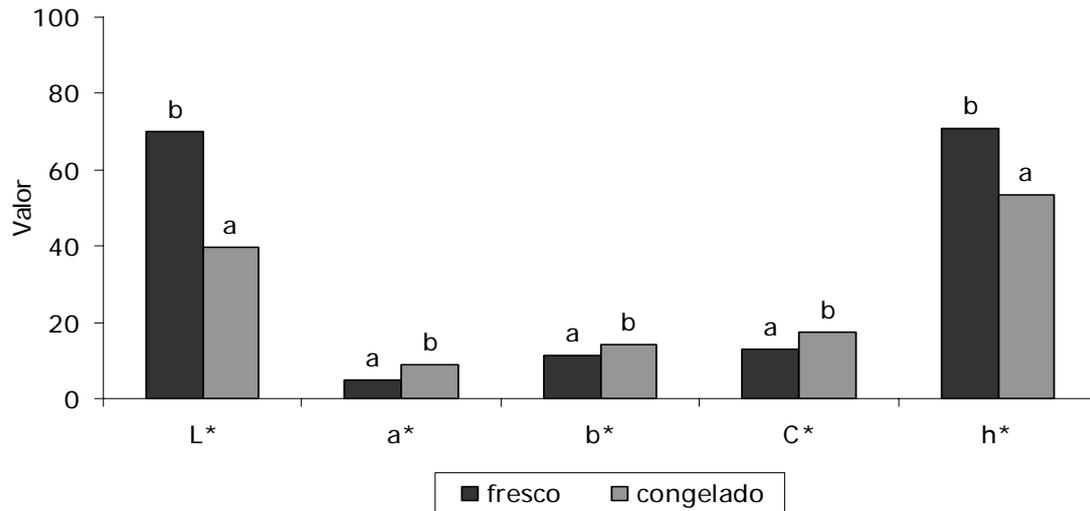


Figura 60. Atributos de color instrumental evaluados en criminis fresco y congelado

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

En la Figura 61 podemos observar que la congelación disminuye la intensidad de color pero no tiene un efecto en el resto de los atributos del champiñón Portobello.

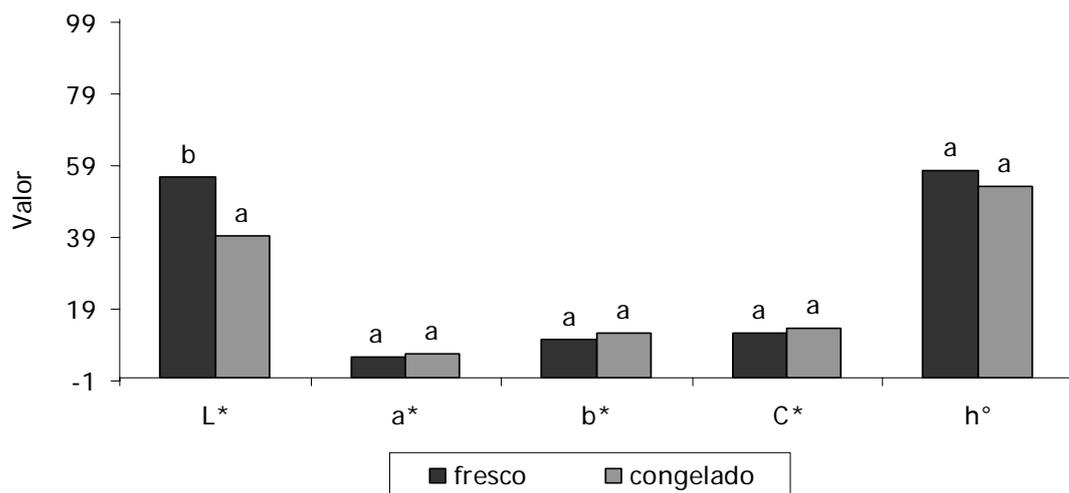


Figura 61. Atributos de color instrumental evaluados en Portobello fresco y congelado

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

PARTE VIII.- Comparación de las características cromáticas instrumentales de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

En la Figura 62 se muestran los resultados de las características cromáticas de champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco, en ella podemos observar que la muestra de huitlacoche silvestre fresco fue la más intensa en color con tonalidades menos rojas y verdes, lo que en conjunto da tonalidades grises oscuros, mientras que los champiñones presentaron tonalidades más rojas y amarillas dando colores beige-café, estos resultados muestran claramente que existe una diferencia significativa entre el color del huitlacoche y los champiñones presentándose similitud en color entre las muestras de China e India.

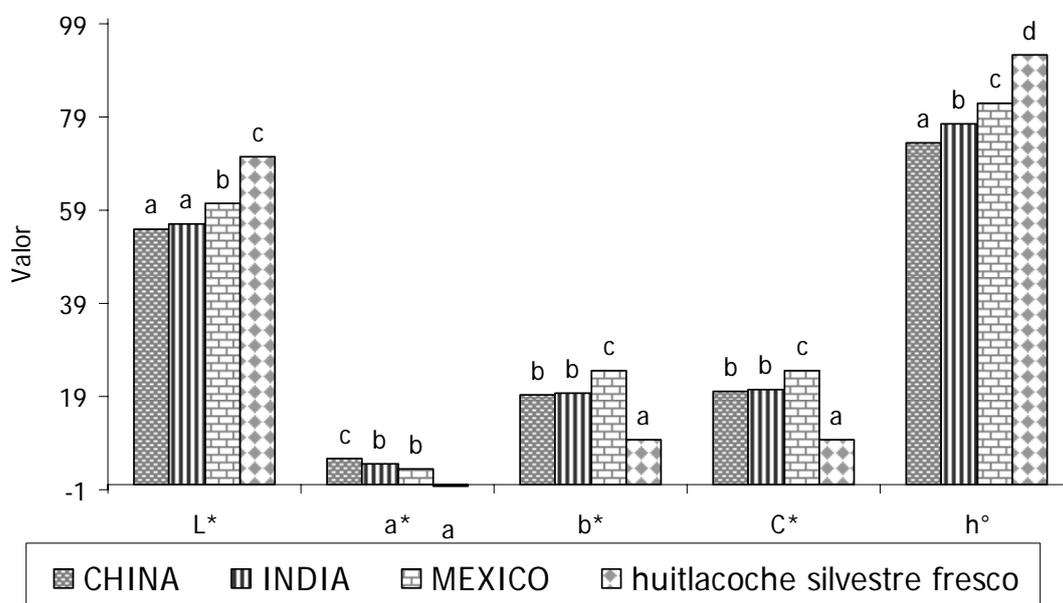


Figura 62. Atributos de color instrumental evaluados en champiñones enlatados y huitlacoche silvestre fresco

^{abc}Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de L* a* b* C* h° de las diferentes muestras en una columna.

7.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

En la Tabla 52, podemos observar que para las muestras evaluadas el atributo crujiente esta relacionado en un 81% con el atributo dureza, esta relación es lógica ya que un alimento debe presentar una dureza media-alta para poder presentar algún sonido como lo crujiente (Silva, 2006) mientras que el color superior esta relacionado en un 72 % con el sabor a tierra es decir que las muestras con mayor intensidad de color en la superficie de la agalla presentaron una mayor intensidad de nota a tierra. El gusto básico amargo esta relacionado en un 75 % con la astringencia, se ha observado que estos gustos básicos se potencian así que al estar presente uno el otro se percibe como más intenso. Por otro lado el gusto ácido está relacionado en un 80 % con el sabor a tierra y en un 82 % con la astringencia, mientras que la astringencia esta relacionada en un 77 % con el sabor a tierra.

Tabla 52. Correlación entre variables de muestras de huitlacoche congelado

	brillante	color sup.	color base	blando	liso	humedo	dureza	crujiente	Jugoso
Brillante	1.000								
Color sup.	0.121	1.000							
Color base	0.378	0.550	1.000						
Blando	0.096	-0.604	-0.509	1.000					
Liso	-0.380	-0.296	-0.613	0.397	1.000				
Humedo	0.493	0.098	0.418	0.220	-0.518	1.000			
Dureza	0.092	-0.535	-0.215	0.677	0.003	0.123	1.000		
Crujiente	-0.273	-0.619	-0.311	0.641	0.176	0.115	0.810	1.000	
Jugoso	-0.245	0.010	0.208	0.281	-0.144	0.271	0.366	0.406	1.000

Arenoso	0.070	0.186	-0.261	-0.041	0.430	-0.248	-0.315	-0.230	-0.235
Fibroso	0.172	-0.266	0.053	0.515	0.155	0.091	0.675	0.671	0.370
Notas verdes	0.084	0.556	0.462	-0.272	-0.272	0.135	-0.094	-0.102	0.028
Tierra mojada	-0.109	-0.062	0.326	0.065	-0.140	0.096	0.300	0.259	0.630
Nota amarga	0.156	0.468	0.670	-0.502	-0.333	0.476	-0.599	-0.342	0.052
Aceitoso	0.583	0.204	0.124	-0.086	-0.270	0.054	-0.024	-0.428	-0.109
Dulce	0.191	0.045	0.471	0.190	-0.516	0.681	0.470	0.369	0.509
Maíz	0.373	0.072	0.106	0.483	-0.048	0.549	0.459	0.273	0.121
Amargo	-0.352	0.453	0.075	-0.276	0.285	-0.188	-0.479	-0.289	0.368
Tierra	0.039	0.729	0.153	-0.411	-0.092	-0.032	-0.472	-0.587	0.132
Acido	-0.190	0.351	-0.153	-0.186	0.185	-0.216	-0.377	-0.379	0.320
Astringente	-0.238	0.248	-0.155	-0.012	0.184	-0.025	-0.254	-0.183	0.422

	arenoso	fibroso	notas verdes	tierra mojada	nota amarga	aceitoso	dulce	maíz	Amargo
Arenoso	1.000								
Fibroso	0.045	1.000							
Notas verdes	0.129	0.134	1.000						
tierra mojada	-0.064	0.412	0.400	1.000					
Nota amarga	0.192	-0.207	0.385	0.152	1.000				
Aceitoso	0.401	-0.214	0.153	0.048	0.041	1.000			
Dulce	-0.681	0.251	0.166	0.391	0.129	-0.171	1.000		
Maíz	-0.218	0.427	0.375	0.248	-0.110	-0.080	0.615	1.000	
Amargo	0.389	-0.204	-0.120	-0.069	0.326	-0.001	-0.313	-0.466	1.000
Tierra	0.374	-0.336	0.220	-0.131	0.220	0.383	-0.282	-0.171	0.670
Acido	0.386	-0.231	-0.046	0.094	0.055	0.215	-0.357	-0.283	0.698
Astringente	0.371	-0.163	-0.046	0.018	0.104	0.179	-0.329	-0.258	0.757

	Tierra	acido	Astringente
Tierra	1.000		
Acido	0.803	1.000	
Astringente	0.773	0.822	1.000

7.6 Análisis de Componentes Principales (PCA) de Atributos de Textura Evaluada en Boca

Es un análisis multivariado, donde se utiliza un eje bidimensional (Figura 63), donde el primer eje (horizontal) representa la máxima variación de la configuración de los datos que en este caso nos justifica el 55.0% de la información, mientras el segundo eje (vertical) representa la segunda variación más grande y nos justifica el 19.9% de la información. Este análisis puede resumir la mayor parte de la variabilidad de las muestras a analizar en las variables más importantes y servirá para diferenciar entre muestras de huitlacoche congelado.

Los vectores más largos son los atributos más importantes, en este caso el atributo arenoso es una característica de textura en boca que define a las muestras de huitlacoche. El vector más corto es el menos importante como la dureza.

Los descriptores fibroso y jugoso se encontraron interrelacionados, así como crujiente y dureza y a su vez, estos fueron independientes del descriptor arenoso.

Las muestras de huitlacoche Aspros 1501 y Aspros 31 presentaron principalmente jugosidad y fibrosidad a diferencia de la muestra Matador que presentó menor intensidad en este atributo. La muestra Tornado Elotero y Aspros 900 presentaron mayor dureza y fueron más crujientes, mientras que Aspros 820 fue más suave y menos crujiente. La muestra Aspros 948 fue la más arenosa y Pantera la menos arenosa. Mientras más cercanos estén los productos entre sí, en la proyección se demuestra la semejanza entre sus propiedades sensoriales por lo que Aspros 900, Tornado Elotero y Aspros 910 presentan características sensoriales similares, al igual que Aspros 905 y Pantera. Se puede observar que el huitlacoche silvestre presenta características que lo diferencian del resto de las muestras evaluadas, sin embargo las muestras que más relación sensorial tienen con él son Aspros 31 y Aspros 1501

7.7 Análisis de Componentes Principales (PCA) de Atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura Evaluada con la Mano

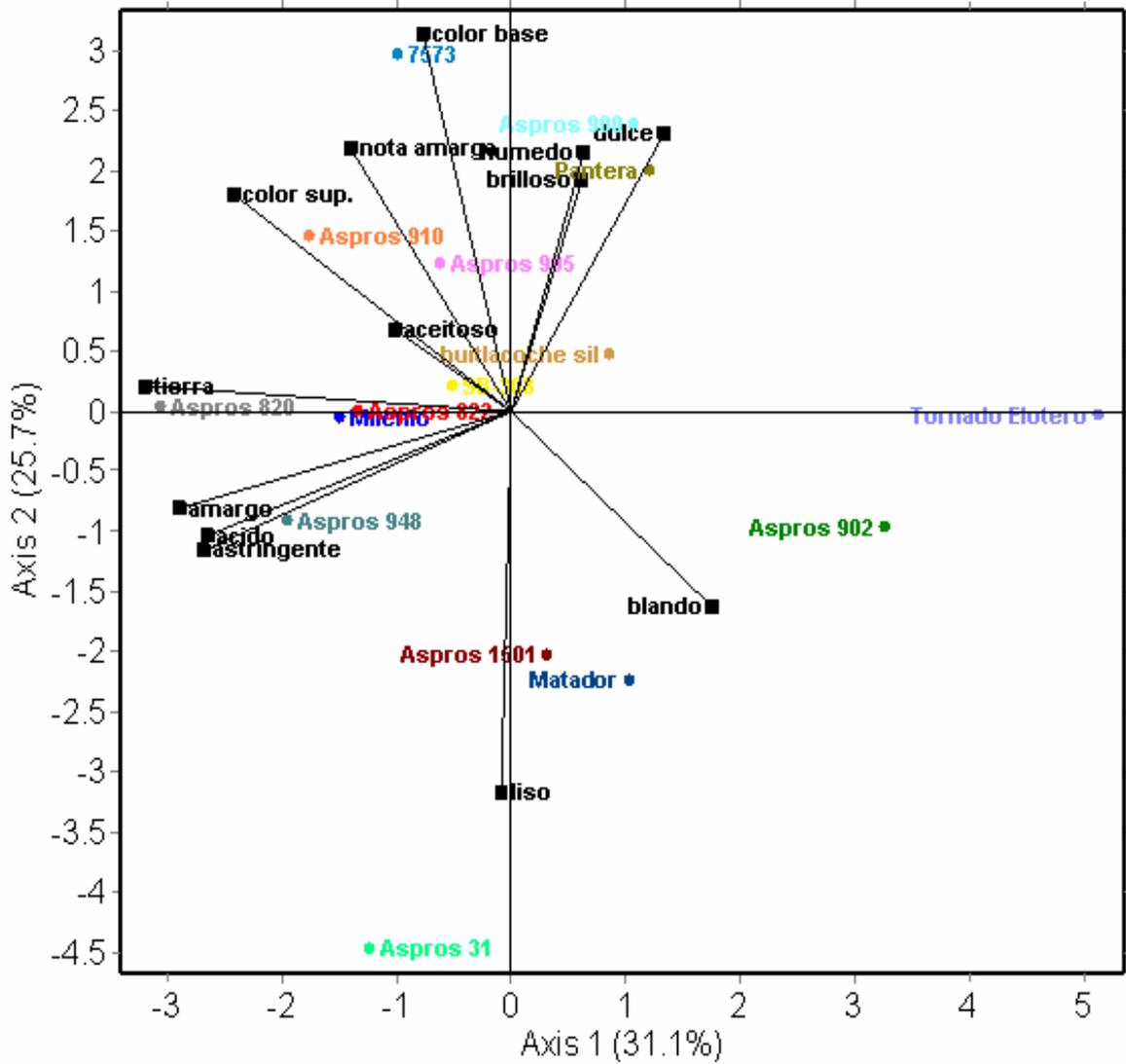
En este análisis (Figura 64) el primer eje (horizontal) como máxima variación de la configuración de los datos nos justifica el 31.1% de la información, mientras el segundo eje (vertical) como la segunda variación más grande nos justifica el 25.7% de la información.

De los atributos representados, los más importantes, fueron color de la base, dulzor, sabor a tierra, blando y liso, mientras que el menos importante fue olor aceitoso.

Los descriptores amargo, ácido y astringente están interrelacionados y a su vez, son independientes del dulzor, humedad y brillo; mientras que el color de la base es independiente de la textura liso.

La muestra 7573 presentó un color en la base más oscuro. La muestra Aspros 900 y Pantera fueron las más dulces, húmedas y brillosas y presentaron menor intensidad en sabor amargo, ácido y astringente, mientras que Aspros 948 presentó mayor intensidad en dichos atributos. La muestra Aspros 820 fue la que presentó mayor sabor a tierra. Las muestras de huitlacoche silvestre y SB 308 fueron las de olor más aceitoso. En la proyección se demuestra la semejanza entre sus propiedades sensoriales al estar más cerca, por lo que Aspros 900 y Pantera, huitlacoche silvestre y SB 308, Aspros 822 y Milenio, Aspros 1501 y Matador fueron similares.

P.C.A. of means Pdt./Att.
Plane 1 - 2 BiPlot constant: 6.92595



7.8 ANALISIS DE CORRELACION INSTRUMENTAL

En la Tabla 53 de correlación se observa que la coordenada L* superior está relacionada en un 83% con la coordenada L* de la base. La coordenada b* superior esta relacionada en un 99% con la coordenada C* y la coordenada b* de la base está relacionada en un 95% con C* de la base superior lo que indica que al aumentar la tonalidad de amarillo el color es más saturado. La coordenada L* de la base está relacionada en un 87% con la coordenada h°. Por otro lado la coordenada L* de la base está inversamente relacionada con la coordenada a*, lo que quiere decir que al aumentar los valores de a* (hacia rojo) la luminosidad disminuye.

Tabla 53. Correlación entre variables instrumentales de muestras de huitlacoche congelado

	L* sup	a* sup	b* sup	C* sup	h° sup	L* base	a* base	b* base	C* base	h° base
L* sup	1.000									
a* sup	-0.512	1.000								
b* sup	0.464	0.297	1.000							
C* sup	0.474	0.323	0.997	1.000						
h° sup	0.483	-0.662	-0.195	-0.172	1.000					
L* base	0.838	-0.632	0.161	0.171	0.669	1.000				
a* base	-0.621	0.567	-0.064	-0.082	-0.732	-0.845	1.000			
b* base	-0.135	-0.085	-0.025	-0.065	-0.184	0.076	0.152	1.000		
C* base	-0.243	0.041	-0.035	-0.078	-0.365	-0.133	0.418	0.957	1.000	
h° base	0.616	-0.512	0.145	0.158	0.690	0.872	-0.976	-0.033	-0.307	1.000

En este eje bidimensional (Figura 65), el primer eje (horizontal) nos justifica el 46.1% de la información, mientras el segundo eje (vertical) nos justifica el 24.0% de la información. Se analizará la variabilidad de las muestras entre atributos instrumentales de la parte superior y de la base de la agalla.

El vector más largo es el atributo más discriminante, en este caso las coordenadas b^* y C^* para la parte superior de la agalla. La coordenada a^* (superior y de la base) de tonalidades rojas (+a) hasta verdes (-a) tiene una relación inversa con L^* y h° de la base y h° superior y es independiente de las coordenadas b^* y C ; la coordenada b^* que indica tonalidades amarillas (+b) hasta azules (-b) y coordenada C que indica la cromaticidad o saturación del color las cuales están interrelacionadas ya que guardan la misma tendencia y son independientes de las demás (las de la parte superior de la agalla están inversamente relacionadas con las de la base). Las coordenadas L^* y h° presentan una interrelación, una relación inversa con la coordenada a^* , e independiente de b^* y C . Lo que quiere decir, que al disminuir los tonos rojos, aumenta la luminosidad y saturación del color.

Las muestras Aspros 905, Aspros 900, Aspros 902, Tornado Elotero, Aspros 1501, Aspros 820 y Aspros 822 presentan principalmente las características de la coordenada a^* es decir, tonalidades rojas menos luminosas en las muestras observadas como colores marrón. La muestra Pantera, Aspros 910 y 7573 presentan principalmente las características de las coordenadas b^* y C^* es decir tonalidades amarillas en la base de la agalla. La muestra Milenio es la que presenta principalmente las características de las

coordenadas L^* y h^0 en la base de la agalla es decir colores luminosos y la muestra Matador presenta las características de la coordenada h^0 en la parte superior de la agalla, es decir coloración saturada. La muestra Aspros 948 presenta principalmente las características de la coordenada L^* superior es decir fueron muestras luminosas. Aspros 902, Aspros 822, Tornado Elotero y Aspros 900 fueron muestras semejantes en sus características de color, así como Aspros 910, 7573 y Pantera.

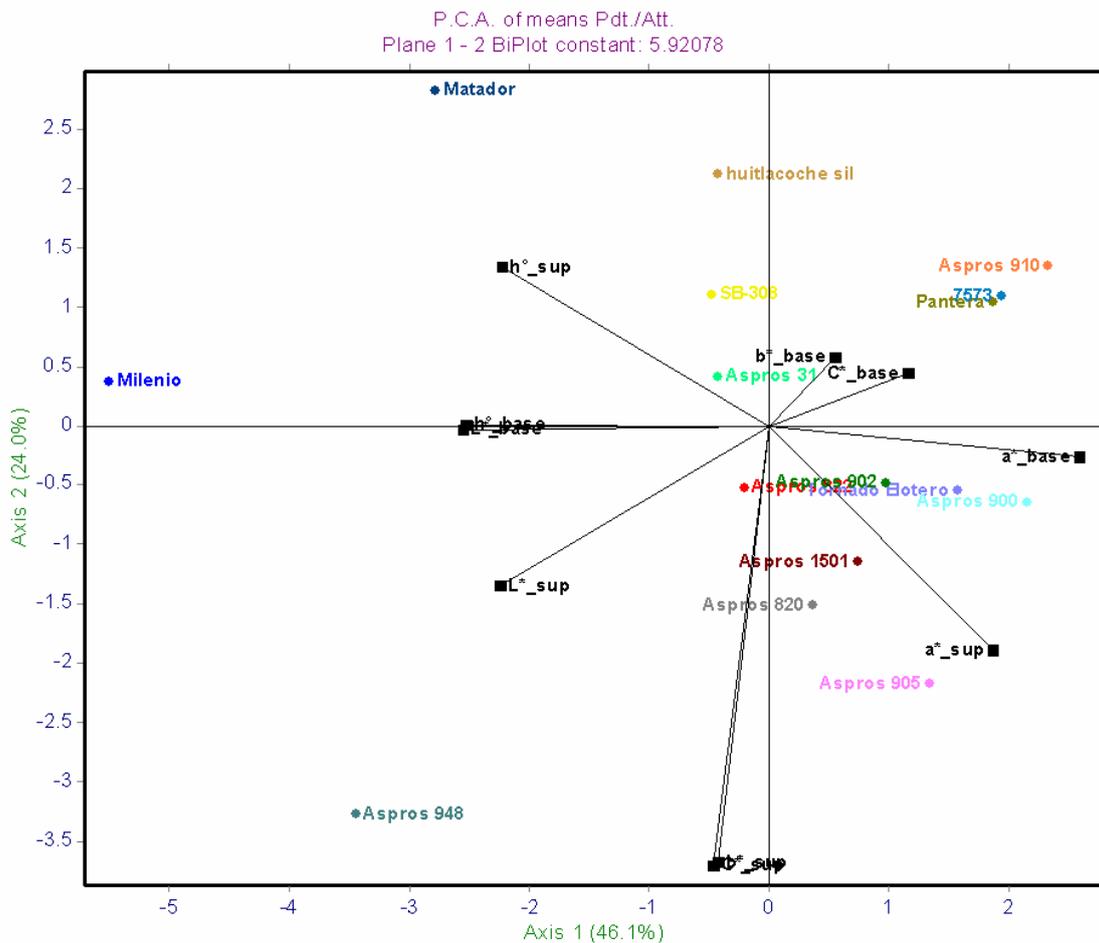


Figura 65. Proyección bidimensional del análisis de componentes principales del huitlacoche congelado

7.9 ANALISIS DE CORRELACION INSTRUMENTAL Y SENSORIAL DE LA PARTE SUPERIOR DE LA AGALLA

En la Tabla 54 de correlaciones podemos observar la coordenada b^* esta relacionada en un 99% con la coordenada C^* , entre el resto de los atributos no se observa correlación.

Tabla 54. Correlación entre variables instrumentales y sensoriales de la parte superior de la agalla de muestras de huitlacoche congelado

	L*_sup	a*_sup	b*_sup	C*_sup	h°_sup	Color sup.
L*_sup	1.000					
a*_sup	-0.512	1.000				
b*_sup	0.464	0.297	1.000			
C*_sup	0.474	0.323	0.997	1.000		
h°_sup	0.483	-0.662	-0.195	-0.172	1.000	
color sup.	0.012	-0.016	-0.124	-0.118	-0.102	1.000

En la figura 66, se presenta la proyección bidimensional del análisis de componentes principales del huitlacoche congelado para los atributos instrumentales y color sensorial de la parte superior de la agalla, en ella se puede observar que el primer eje (horizontal) nos justifica el 40% de la información, mientras el segundo eje (vertical) nos justifica el 35% de la información. Los vectores más largos son las coordenadas h^0 , L^* , b^* , C^* y a^* en la parte superior de la agalla. El vector más corto es el color sensorial. La coordenada b^* y C^* tienen una buena interrelación. La coordenada L^* tiene una

relación inversa con la coordenada a^* , es decir que a mayor tonalidad roja menor luminosidad.

Las muestras Tornado Elotero, Aspros 900 y Aspros 820 son las que presentan tonalidades rojas a marrones (coordenada a^*). Las muestras Pantera, Aspros 910, 7573 y SB-308 se asemejan según la evaluación sensorial del color en la parte superior de la agalla. La muestra Aspros 905 presenta tonalidades amarillas claras que son inversas al color oscuro de la parte superior. Las muestras Aspros 900 y Tornado Elotero fueron similares, así como Pantera y 7573.

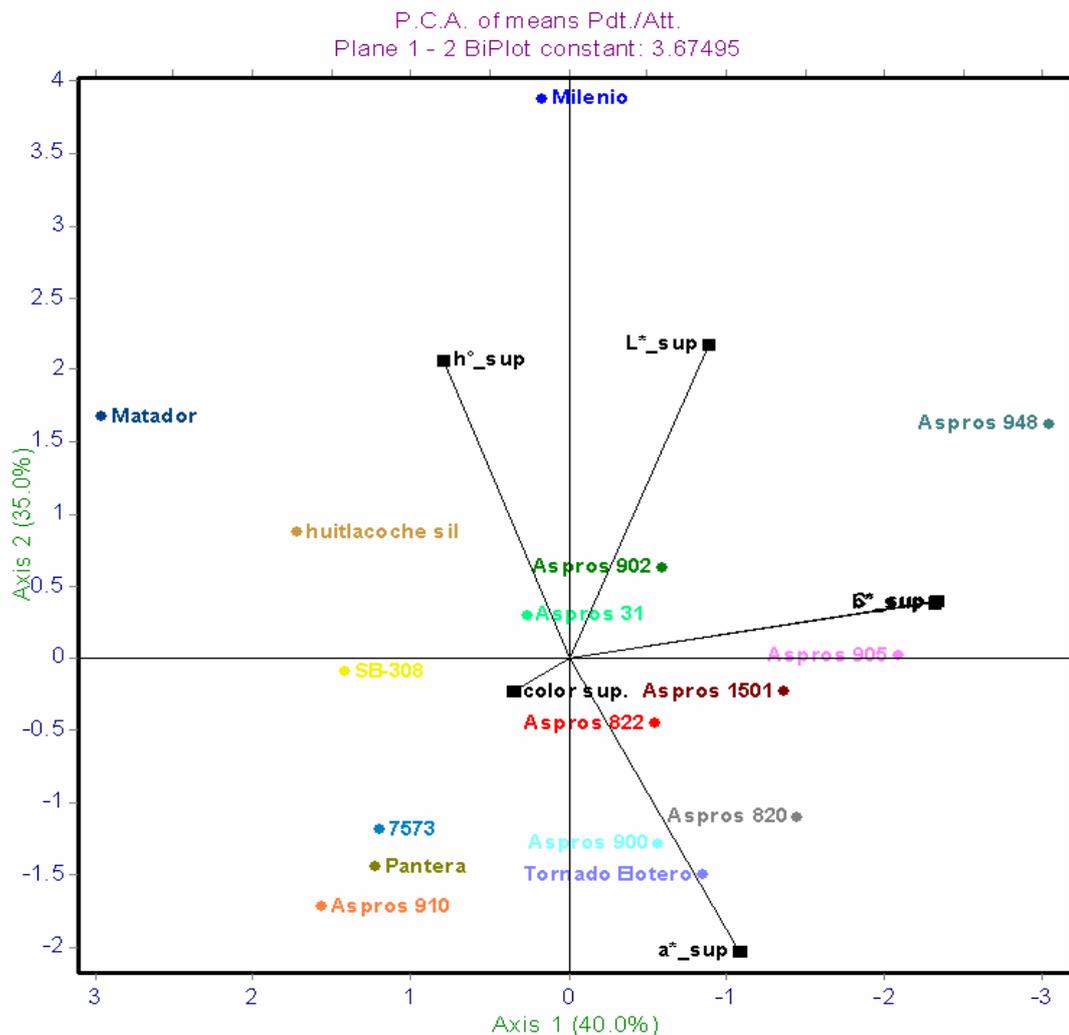


Figura 66. Proyección bidimensional del análisis de componentes principales del huitlacoche congelado para los atributos instrumentales y color sensorial de la parte superior de la agalla

7.10 ANALISIS DE CORRELACION INSTRUMENTAL Y SENSORIAL DE LA BASE DE LA AGALLA

En la Tabla 55 de correlación se observa que la coordenada L^* esta relacionada en un 87% con la coordenada h^0 . La coordenada b^* esta relacionada en un 95% con C^* lo que indica que al aumentar la tonalidad de amarilla el color es más saturado. Por otro lado L^* esta inversamente

relacionado con a^* , lo que quiere decir que al aumentar los valores de a^* (hacia rojo) la luminosidad disminuye. La coordenada a^* esta inversamente relacionada con h^* .

Tabla 55. Correlación entre variables instrumentales y sensoriales de la base de la agalla de muestras de huitlacoche congelado

	L*	a*	b*	C*	h°	brilloso	Color base
	base	base	base	base	base	brilloso	Color base
L* base	1.000						
a* base	-0.845	1.000					
b* base	0.076	0.152	1.000				
C* base	-0.133	0.418	0.957	1.000			
h° base	0.872	-0.976	-0.033	-0.307	1.000		
brilloso	-0.085	0.167	0.052	0.082	-0.125	1.000	
color base	-0.328	0.443	-0.282	-0.109	-0.476	0.378	1.000

En este eje bidimensional (Figura 67), el primer eje (horizontal) nos justifica el 49.5% de la información, mientras el segundo eje (vertical) nos justifica el 29% de la información. Los vectores más largos son las coordenadas b^* , C^* y a^* en la base de la agalla. El vector más corto fue el brillo por lo que fue el menos importante. La coordenada b^* tonalidades amarillas (+b) hasta azules (-b) y C^* tienen una buena interrelación. La coordenada L^* tiene una relación inversa con la coordenada a^* .

Las muestras Aspros 910, Aspros 905 y 7573 presentaron tonalidades rojas a marrones (representadas por las características de la coordenada a^*).

Las muestras Pantera y Aspros 900 fueron las más parecidas en la base de la agalla según el color evaluado sensorialmente muestra de huitlacoche silvestre presentó tonalidades amarillas claras (características de la coordenada C* y la coordenada b*)

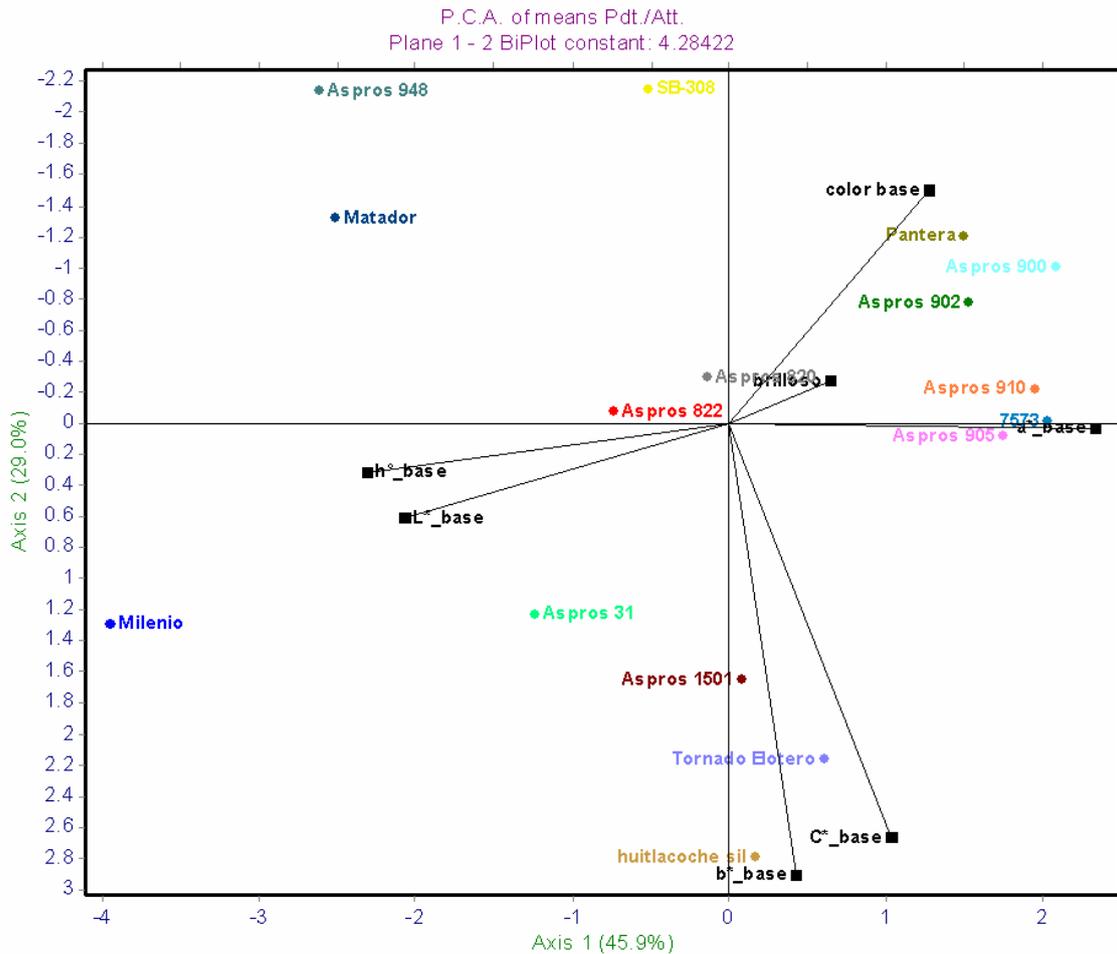


Figura 67. Proyección bidimensional del análisis de componentes principales del huitlacoche congelado para los atributos instrumentales y color sensorial de la base de la agalla

VIII. CONCLUSIONES

Se logró tener un panel conformado por 14 jueces, siendo el 35.7% hombres y el 64.3% mujeres con edades comprendidas entre 20 y 25 años, entrenados en la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), que fueron capaces de identificar diferencias entre el huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz con respecto al huitlacoche silvestre, así como entre este último y diferentes muestras de champiñones.

Se logró determinar las características sensoriales del huitlacoche, generando así 21 descriptores sensoriales. Éstos se agrupan en: 4 de olor (notas verdes, tierra mojada, nota amarga y aceitoso), 3 de apariencia (brillo, color superior e inferior), 3 de textura evaluada con la mano (blando, liso y húmedo), 5 de textura evaluada con la boca (dureza, crujiente, jugoso, arenoso y fibroso) y 6 de flavour (dulce, maíz, amargo, tierra, ácido y astringente).

Las muestras de huitlacoche de diferentes lotes de producción, presentan diferencias sensoriales y diferencias en el color evaluado instrumentalmente. Para la variedad Aspros 1501 se encontró diferencia estadísticamente significativa para los atributos de olor, textura evaluada con la boca y flavour, mientras que para la variedad Aspros 822 se encontró diferencia estadísticamente significativa para los atributos de apariencia, textura evaluada con la mano (blando), textura evaluada con la boca (jugoso) y flavour (maíz). Por otro lado para la variedad Aspros 822 el color evaluado instrumentalmente mostró diferencia significativa en los atributos a^* y h^0 en la

base de la agalla, mientras que la variedad Aspros 1501 mostró diferencias significativas en los atributos de L, b* y c* en la parte superior de la agalla y h⁰ en la base de la agalla.

El huitlacoche cultivado en las variedades Aspros 900, Aspros 902, Aspros 905 y el huitlacoche silvestre en fresco, mostraron diferencia significativa en los atributos de olor (amargo y aceitoso), apariencia (color superior y en la base), textura evaluada con la mano (liso y húmedo), textura evaluada con la boca (dureza, jugoso y arenoso) y en el flavour (dulce, maíz, tierra, ácido y astringente). Por otro lado el color evaluado instrumentalmente mostró diferencia significativa en los atributos L*, a* y h⁰ en la parte superior de la agalla y también se mostró diferencia estadísticamente significativa en los atributos L*, a*, b* y C* en la base de la agalla.

Se obtuvo el perfil sensorial del huitlacoche cultivado en diferentes variedades de maíz, observándose que la variedad de maíz le confiere al huitlacoche características específicas en la intensidad con la que se presenta cada atributo, siendo las diferencias significativas en los atributos de olor (notas verdes, tierra mojada, amargo, aceitoso), apariencia (brillo, color superior y en la base), textura evaluada con la mano (blando, liso y húmedo), textura evaluada con la boca (dureza, crujiente, jugoso, arenoso y fibroso) y en flavour (dulce, maíz, amargo, tierra, ácido y astringente).

En el caso del huitlacoche silvestre fresco y congelado se encontró diferencia estadísticamente significativa en la apariencia (brillo, color superior y en la base), textura evaluada con la mano (blando y húmedo), textura evaluada con la boca (dureza, crujiente y jugoso) y en el flavour (dulce, maíz, amargo, tierra y astringente). Por otro lado el color evaluado instrumentalmente mostró diferencia significativa en los atributos L^* , b^* y C^* en la parte superior de la agalla y en L^* , a^* , C^* y h^0 en la base de la agalla.

Los champiñones, setas y el huitlacoche silvestre en fresco, mostraron diferencia estadísticamente significativa en los atributos sensoriales de apariencia (brillo y color), textura evaluada con la mano (blando y húmedo) y en textura evaluada con la boca (dureza, crujiente y jugoso). En el caso de el color evaluado instrumentalmente se encontró diferencia significativa en L^* , a^* , b^* , C^* y h^0 .

Los champiñones y huitlacoche silvestre congelados, presentaron diferencia significativa en los atributos de olor (amargo), apariencia (brillo y color), textura evaluada con la mano (blando, liso y húmedo) y textura evaluada con la boca (jugosa). Por otro lado el color evaluado instrumentalmente mostró diferencia estadísticamente significativa en los atributos de L^* , a^* , b^* , C^* y h^0 .

Se observó que la congelación modifica las características sensoriales de los champiñones y presenta mayor efecto en el color. En el 1^a champiñón se encontró diferencia significativa en el atributos de textura evaluada con la boca (jugoso) y en los atributos de color L^* , b^* y C^* evaluados instrumentalmente. En

el 2^a champiñón se encontró diferencia estadísticamente significativa en los atributos de apariencia (brillo y color), textura evaluada con la mano (blando) y en textura evaluada con la boca (jugoso) y en el color evaluado instrumentalmente se observa una diferencia significativa en los valores L^* y h° . Para el criminis se encontró diferencia significativa en los atributos de apariencia (brillo y color) y en el caso del color evaluado se observa diferencia estadísticamente significativa en los atributos de L^* , a^* , b^* , C^* y h° .

Los champiñones enlatados y el huitlacoche silvestre fresco mostraron diferencia estadísticamente significativa en los atributos de olor (notas verdes), apariencia (brillo y color), textura evaluada con la mano (liso y húmedo) y en textura evaluada con la boca (dureza y jugoso). En el caso del color evaluado instrumentalmente se mostró que existe diferencia significativa en los atributos L^* , a^* , b^* , C^* y h° .

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldua, M. A. (1994). La evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Acribia. Zaragoza. pp 1-37, 45-62, 78-80.
- Barrios, G. (2007). Perfil sensorial de tortillas nixtamalizadas elaboradas con tres variedades de maíz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Burton, K., S. Sreenivasaprasad, D. Eastwood, T. Rama, T. Beecher y S. Molly (2000). The Science of Mushroom Quality, Science and Cultivation of Edible Fungi. Van Griensven(ed), Rotterdam. pp 715-720.
- Durán, L. y Costell, E. (1999). Revisión: Percepción del Gusto. Aspectos Físicoquímicos y Psicofísicos, Food Science and Technology International, Vol. 5 No. 4 pp. 299-309.
- Ereifej, K.I. y Al-Raddad, A.M. (2000). Identification and Quality Evaluation of Two Wild Mushrooms in Relation to *Agaricus bisporus* from Jordan. Science y Cultivation of Edible Fungi, Van Griensven.
- Escamilla, V.M. (2006). Evaluación instrumental de color en alimentos tradicionales mexicanos y de alto consumo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Gilabert, E. J. (2002). Medidas del color. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp 97, 113-119, 138-139, 185-203, 211.
- Guzmán, G., Mata G., Salmones D., Soto C. y Guzmán-Davalos L. (1993). El cultivo de los hongos comestibles. I.P.N. Xalapa, Ver., México.
- Ibáñez, F.C. (2001). Análisis Sensorial de Alimentos. Métodos y Aplicaciones, Springer, Barcelona. pp. 62 -85, 117-118.
- Jardón, S.B. (2006). Estudio del efecto de la capsaicina en la textura en geles. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Kealey, K.S. y Kosikowska, F.V. (1981). Corn Smut As A Food Source – Perspectives On Biology, Composition y Nutrition. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, New York.
- Kostyla A. S. y Clydesdale F. M. (1978). The Psychophysical Relationship between Color and Flavor, CRC Critical Reviews in Food Science y Nutrition 10 (3) 303-321.
- Kronstad, J.W. (2002). Castles and Cuitlacoche: the first International *Ustilago* conference. Science Direct, Fungal Genetics y Biology, Canada.

- Lawless, H., Haymann, H. (1998). Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices. Chapman y Hall, Food Science Texts Series, New York.
- Leal Chapa, M.A. (1996). Tesis de Maestría. Evaluación de metodologías para la inducción artificial de huitlacoche. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León.
- Lizarraga-Guerra, R. y López, M. G. (1998). Monosaccharide and Alditol Contents of Huitlacoche (*Ustilago maydis*). JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS 11, 333–339.
- Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M. y Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. Capítulo 6.1, 20 pp. En: El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp. en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata y H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F.
- Martínez-Carrera, D. (2002). Current Development Of Mushroom Biotechnology In Latin America. MICOLOGIA APLICADA INTERNATIONAL, 14(2). pp. 61-74.

- Martínez González, Y.G. (2008). Determinación de Macronutrientes, Inulina e Inhibidores de Tripsina en 12 Especies Diferentes de Hongos Comestibles. Facultad de Química. UNAM.
- Meilgaard M., Civille G. V., Carr T. B. (1999). Sensory Evaluation Techniques. Imp. Boca Raton, Florida: CRC.
- Murray, J.M.; Delahunty, C.M. y Baxter, I.A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present y future. Food Research International 34, 461-471.
- Pataký, J. K. (2002). Production of Huitlacoche *Ustilago maydis* using inoculation techniques Developed to Screen Reactions of Sweet Corn to Common Smut. Mushroom Biology and Mushroom Products. Sánchez *et al.* pp 31-35
- Pedrero, D. L. y Pangborn R. M. (1989). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos. Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V. México.
- Rama, T., Burton, K.S., Vincent, J.F.V. (2000). Relationship between sporophore morphology and mushroom quality. Science and Cultivation of Edible Fungi, Van Griensven.
- Rodríguez Vázquez, R.H. (1998). Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual. Principales Sustratos Utilizados en la Propagación de

los Hongos Comestibles: *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. UNAM.

- Ruiz-Herrera, J. y Martínez-Espinoza, A. D. (1998). The fungus *Ustilago maydis*, from the aztec cuisine to the research laboratory. *INTERNATL MICROBIOL* 1:149–158.
- Silva, D.L., (2006). Elaboración de un Glosario de Terminología Sensorial. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Simón, A., González-Fandos, E. y Tobar, V. (2005). The Sensory and Microbiological quality of fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus* L.) packaged in modified atmospheres. *International Journal of Food and Technology*, 40. pp 943-952.
- Stone, H. y Sidel, J. (1985). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press Inc. San Diego California, 1985.
- Stone, H.; Sidel, J.; Oliver, S.; Woolsey, A. y Singleton, R. (1974) *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis*. *Food Technology*. November 1974, 24-34.
- Tavera, R. (2007). Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas, color y textura de tortillas de tres variedades de maíz

nixtamalizado. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Tina, L., Yuksel, D., van der Vuurst de Vries, R., Eillebrecht, M., van der Valk, H., Sanders, M., de Rijk, T. y Wichers, H. (1996). Flavor and Texture of the Common Mushroom, *Agaricus bisporus*. Mushroom Biology and Mushroom Products. pp 515-523.
- Utrera Andrade, M. (2006). Queso Cotija auténtico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vera, A. (2007). Desarrollo de la metodología de evaluación de los procesos olfativos. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Valverde, M. E., Fallah Moghaddam, P., Zavala-Gallardo, M.S., Pataky, J.K., Paredes-López, O. y Pedersen, W.L. (1993). Yield and Quality of Huitlacoche on Sweet Corn Inoculated with *Ustilago maydis*. HortScience 28(8):782-785
- Vanegas, P. E., Valverde, M, E., Paredes-López, O. y Pataky, J. K. (1995). Production of the Edible Fungus Huitlacoche (*Ustilago maydis*):

Effect of Maize Genotype on Chemical Composition. JOURNAL OF FERMENTATION AND BIOENGINEERING Vol. 80, No. 1, 104-106.

- <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/hongos.pdf>

Programa Estratégico para el Desarrollo de la Producción, Transformación y Comercialización de Hongos Comestibles en el Estado de Tlaxcala, Marzo 2003.

- http://mushrooms.wholesaleonlineweb.com/champi%F1ones_crimini.htm

ANEXO 1.

ENCUESTA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

Por favor, conteste verazmente las preguntas que se le presentan a continuación:

1.- DATOS PERSONALES

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Fecha: _____

Teléfono o lugar de contacto: _____

Correo electrónico: _____

2.- HÁBITOS DE CONSUMO

Horario habitual de comidas:

desayuno: _____ a.m.

comida: _____ p.m.

cena: _____ p.m.

¿Fuma? NO _____ SI _____ ¿Cuantos cigarrillos al día? _____

4.- CONSUMO DE HONGOS

¿Consume hongos?

NO _____ SI _____.

¿Qué tipo de hongos consume?

Champiñones _____ Zetas _____ Huitlacoche _____ Otros _____

¿Cuáles? _____

De los hongos que consume, ¿Con que frecuencia lo hace?

(Indique el tipo) _____

Diario _____

3 vez por semana _____

1 vez por semana _____

1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____

Otra _____

(Indique el tipo) _____

Diario _____

3 vez por semana _____

1 vez por semana _____

1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____

Otra _____

(Indique el tipo) _____

Diario _____

3 vez por semana _____

1 vez por semana _____

1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____

Otra _____

5.- SALUD

Padece alguna enfermedad que afectan los sentidos de la percepción como resfriados, anosmia (perdida del olfato), agusia (no percibe sabores) ó daltonismo.

NO _____ SI _____

¿Cuál(es) y con que frecuencia? _____

¿Tienes dentadura postiza?

Total: NO _____ SI _____

Parcial: NO _____ SI _____

¿Es alérgico? a:

Alimentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Medicamentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Otros: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Le disgusta en particular algún alimento como para no participar en su degustación?

NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Padece de alguna intolerancia a algún alimento? NO _____ SI _____

¿Cuál(es)? _____

Tiene disponibilidad de tiempo para asistir a las catas los siguientes días. Marque con una cruz el día y horario en que sí pueda asistir

Día	Horario	Si puedo asistir
Martes	14:00-15:00	
Martes	15:00-16:00	
Miércoles	12:00-13:00	
Miércoles	13:00-14:00	
Jueves	11:00-12:00	
Jueves	12:00-13:00	
Jueves	13:00-14:00	

ANEXO 2.



Proyecto: “Estudio del Perfil Sensorial del Huitlacoche”

Prueba de Umbral

Nombre: _____ Fecha: _____

Juez # _____

INSTRUCCIONES: Ante usted tiene 10 muestras con diferentes soluciones de un solo gusto básico. Pruébelas de izquierda a derecha y de atrás hacia delante y escriba para cada caso, qué gusto detecta. No se trague las muestras y **NO se enjuague entre muestra y muestra.** GRACIAS.

MUESTRA

GUSTO DETECTADO

ANEXO 3.



Proyecto: “Estudio del Perfil Sensorial del Huitlacoche”

Pruebas Triangulares

Nombre: _____ Fecha: _____

Juez # _____

INSTRUCCIONES: Anote los códigos de cada triada en el espacio correspondiente. En cada triada hay dos muestras iguales y una diferente. Evalúe las triadas de atrás hacia delante y de izquierda a derecha y seleccione la muestra diferente anotando su código en el espacio correspondiente. Espere al menos 45 segundos entre muestra y muestra.

TRIADA	CÓDIGO DE MUESTRAS	MUESTRA DIFERENTE
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____



Proyecto: “Estudio del Perfil Sensorial del Huitlacoche”

Generación de Atributos

NOMBRE: _____ FECHA: _____

JUEZ: _____

INSTRUCCIONES:

Frente a usted tiene una muestra de HUITLACOCHES CRUDOS. Comience evaluando su olor, textura y apariencia. Tome un pedazo y mástiquelo como si lo fuera a comer (si quiere tragarlo o expectorarlo es su decisión), anotando todos los gustos detectados, así como sensaciones que se presentaron. Sea lo mas claro posible, tómese el tiempo que necesite.

CLAVE	OLOR	APARIENCIA	TEXTURA	SABOR	OTRAS

ANEXO 6.

PERFIL SENSORIAL DE HUITLACOCHÉ

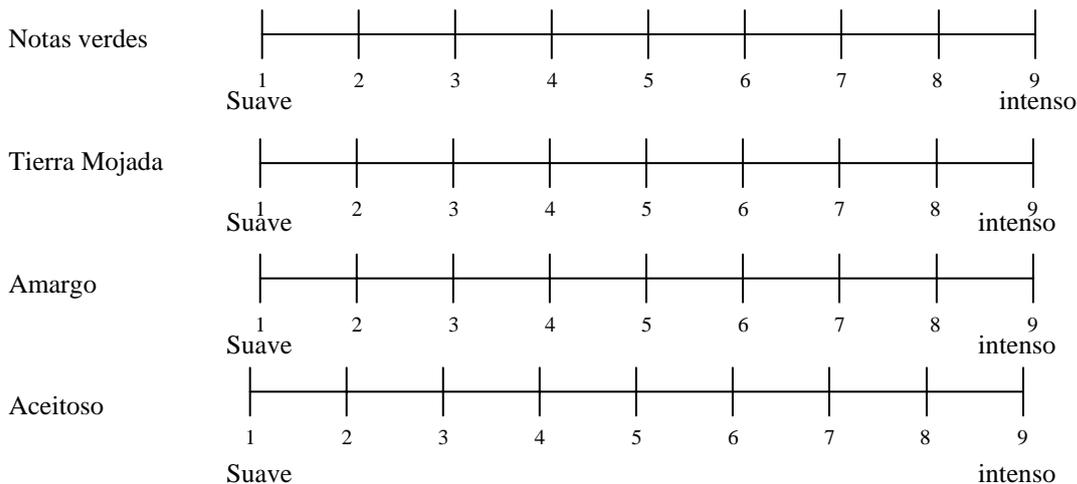
Nombre:

Fecha:

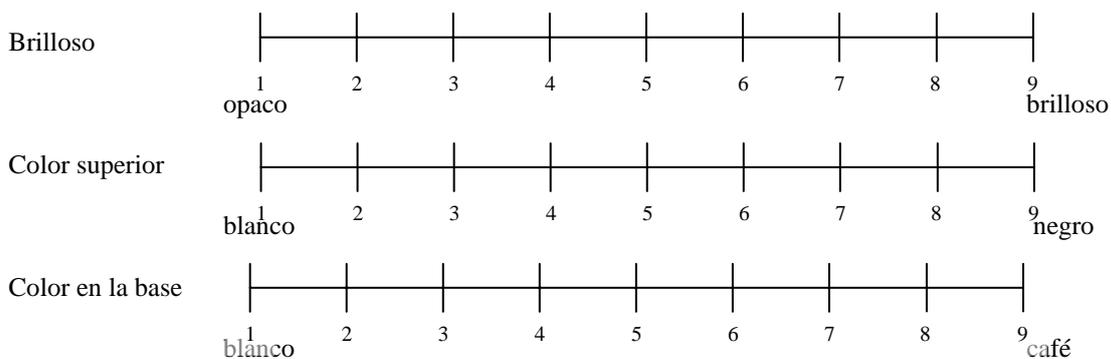
Instrucciones: Ante usted tiene una muestra de huitlacoche. Empiece evaluando su olor, posteriormente evalúe la apariencia y finalmente pruebe la muestra e indique las notas de sabor y las características de textura que encuentre, marque la intensidad de cada una de las características con una sobre la escala.

MUESTRA _____

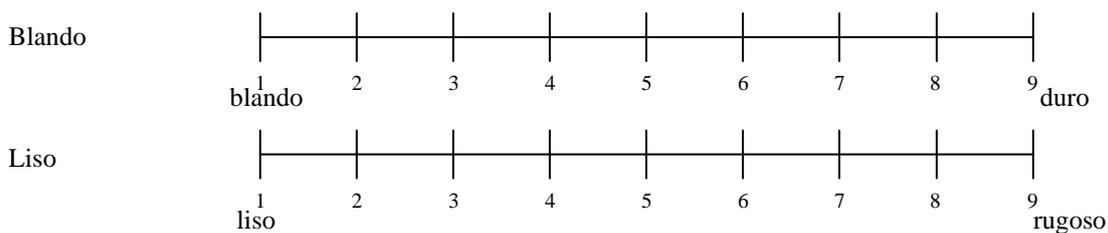
OLOR



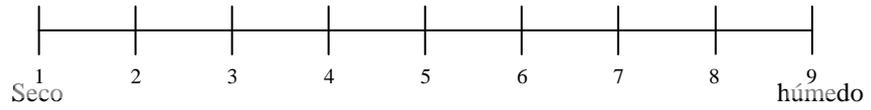
APARIENCIA



TEXTURA MECANICA

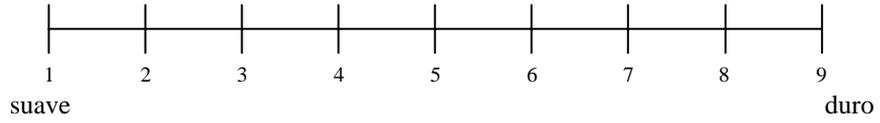


Húmedo

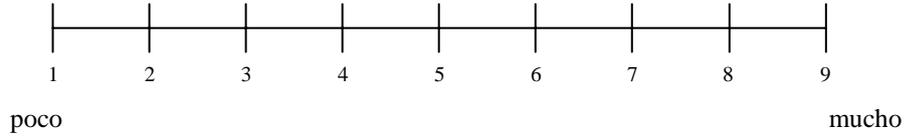


TEXTURA EN BOCA

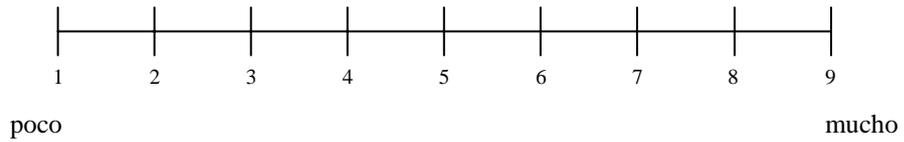
Dureza



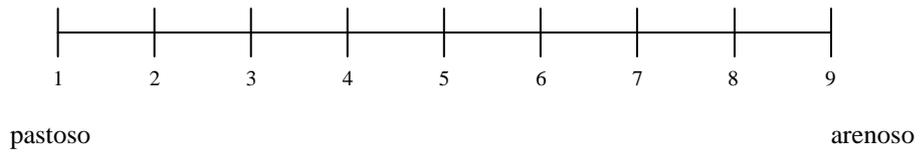
Crujiente



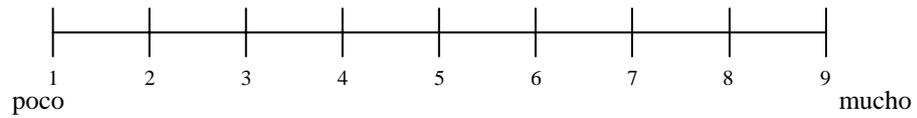
Jugoso



Arenoso

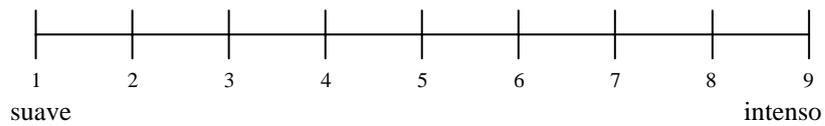


Fibroso

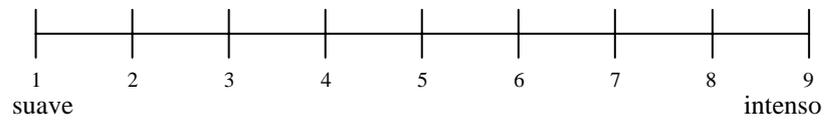


SABOR

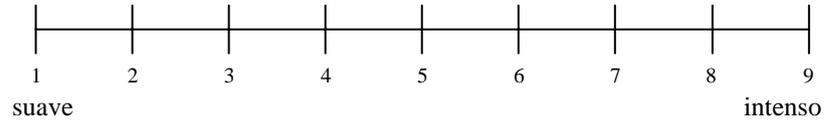
Dulce



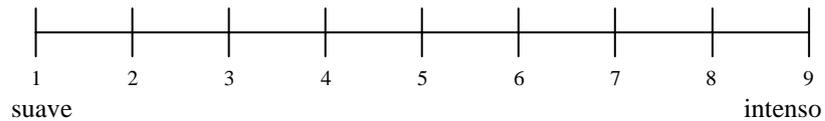
Maíz



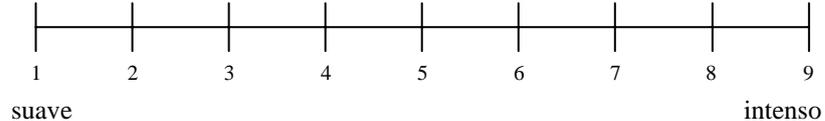
Amargo



Tierra



Acido



Astringente

