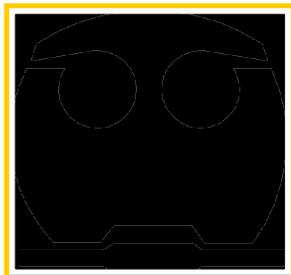




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Química

**EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE COLOR EN
ALIMENTOS MEXICANOS TRADICIONALES
Y DE ALTO CONSUMO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A
MATILDE VIVIANA ESCAMILLA MORÓN



MÉXICO, D.F.

2006.



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 Prof. Federico Galdeano Bienzobas

Vocal Prof. Daniel Luis Pedrero Fuehrer

Secretaria Prof. Patricia Severiano Pérez

1er Suplente Prof. Rafael Carlos Marfil Rivera

2do Suplente Prof. José Mendoza Balanzario

Lugar en donde se desarrolló el tema

Lab. 4C, Edif. A, Facultad de Química
Departamento de Alimentos y Biotecnología
C.U., UNAM.

Asesora: **Dra. Patricia Severiano Pérez**

Sustentante: **Matilde Viviana Escamilla Morón**

Para la realización de esta tesis la autora contó con una beca otorgada dentro del Sub-Programa 127 de Iniciación Básica en Investigación, en la Facultad de Química.

Para el desarrollo de este proyecto se contó con el apoyo del programa PAPIME, (CLAVE EN212304), en la adquisición del equipo “Colorímetro Minolta CM-3600d”.

Gracias a la *Universidad Nacional Autónoma de México* por la oportunidad, entre muchos, de forjarme en lo que elegí para mi vida.

Gracias a mi querida *Facultad de Química* por la formación otorgada durante los últimos años.

Gracias a los *Profesores* que lograron mi instrucción durante el desarrollo de la carrera.

Gracias a los *miembros del Jurado*, por su valiosa dedicación en la evaluación de este trabajo, por el tiempo dedicado a sus comentarios y análisis, los cuales sirvieron de apoyo para un mejor entendimiento de los objetivos a alcanzar.

**A MI FAMILIA
Y AMIGOS**

Sin dudarlo, el primer agradecimiento es a **DIOS** que permite terminar los proyectos que se inician y que además da las fuerzas para mantenerse en el camino.

No puedo ser egoísta y decir que el trabajo es sólo mío, los créditos son compartidos con mi Mamá, William, Abid y Paty.

Mamá, GRACIAS por acompañarme desde hace tantos años, por iniciarme como persona y como ser humano, por conservarte con paciencia esperando a que todo se cumpliera en su tiempo, por dudar y confiar al mismo tiempo, por mantener tu apoyo constante y sin cansancio, por seguir dándome tus fuerzas, Mami mil gracias por tu amor, ejemplo y apoyo.

William, GRACIAS por el apoyo que sigues mostrando a pesar de tu cansancio y tus ocupaciones, por creer en mis sueños junto conmigo, por ayudarme a lograrlos y después vivirlos conmigo, Will, gracias por tu amor, compañía y comprensión en los últimos ocho años de mi vida.

Abid, GRACIAS por las risas que me haces soltar cuando dices frases que sólo a ti se te ocurren, porque por ti me esfuerzo en dar mi mejor ejemplo cada día y decir que vale la pena ser una mejor persona, porque me das vida cuando te veo crecer, por que me das anécdotas que compartir con mis amigos, por el tiempo que me pides antes de ir a dormir, por permitirme recordar mi niñez con tus travesuras, por permitirme sembrar en ti valores que después disfrutaré, por darme el privilegio de ser tu mamá.

Paty Severiano, GRACIAS por dedicar el tiempo que no sé ya ni de donde lo sacas, por enseñarme a disfrutar de la vida con una sonrisa, por dejar tu confianza en mí para la realización de este trabajo, por enseñarme lo que es responsabilidad sin dejar de hacer lo que quiero; incontables son tus enseñanzas, pero además gracias por permitirme conocerte y haber tenido el privilegio de trabajar con una persona tan valiosa como tu, por tus anécdotas y aventuras, ¡Paty eres genial!, y lo más padre de ti es tu ejemplo de honradez, trabajo, empeño, bueno... Gracias.

Mi familia y mis amigos son parte importante de mi vida, ellos fueron, son y serán apoyo para todo lo que emprenda:

Lizeth, Carolina, Marlene y Andrés, mis queridos hermanitos, GRACIAS por la confianza depositada cuando hablamos largo rato, por hacerme un tía feliz de tantos pequeños, por mantener unida a nuestra familia, porque lo logramos ¡somos diferentes!, y así seguiremos porque nos falta mucho por convivir y experimentar como familia, *LOS QUIERO*.

Mis queridos sobrinos Abisaí, Andrea, Mariana, Avril, Carolina, Murian y Ximena, GRACIAS por hacerme reír tanto y darme lata cuando tengo que concentrarme, créanme mejor es reírse.

A mi Papá, que indirectamente proporcionó su apoyo constante.

A mi otra familia, Doña Leo, Don Lalo, Carlos, Areli, Aura, Carlitos, Alex, Elías, Sara y Adaía, GRACIAS por esas largas tardes de convivencia y debate, por su apoyo, sé que cuento con ustedes.

A mis amigos a lo largo de la vida escolar, Laura, Hazel, Gaby, César Mendieta, Richard, Maritza, Miriam y Sazitl, que me acompañaron en largas tareas y con los cuales llegué a hablar de mucho más que simples tareas, gracias por su amistad.

A mis compañeros de la Universidad, que siempre estuvieron dispuestos a enseñarme cuando lo necesitaba, mil gracias a Rubén, Carmen, Karina, Sergio, Amanda, Raquel, Noemí, Sofía y muchos otros que no vienen a mi mente por el momento.

A mis compañeros del Laboratorio de Evaluación Sensorial con los que conviví, gracias por sus risas a Mariana, Rocío, Pilar, Adriana, Luz, Andrés, Arely, Rodrigo, Beto, Bety, Norma, Silvia, Susy, Evelyn, Sazitl, Ely, Cristina, Armando, Jessy, Refugio y Gaby.

A mis compañeros de trabajo en el Laboratorio de Aplicaciones, gracias por enseñarme que nunca se deja de aprender pero que siempre ustedes están dispuestos a enseñar, a Ana, Brenda, Noriko, Bere, María Luisa, Mariela, Sazitl, Elma, Arturo, Carlos y Rubén.

EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE COLOR EN ALIMENTOS MEXICANOS TRADICIONALES Y DE ALTO CONSUMO

Índice

Introducción	1
1. Antecedentes	4
1.1 Importancia del color en alimentos	5
1.2 El color	5
1.3 Percepción del color	9
1.4 Evaluación de color en alimentos: métodos sensoriales e instrumentales	11
1.5 Instrumento de Evaluación	15
1.6 Historia, Tradición y Consumo	16
1.7 Alimentos en estudio	
Tortilla	19
Chiles secos	25
Mole	34
Carne de Pollo	36
Carne de Res	39
Carne de Cerdo	40
1.8 Normatividad de los alimentos en estudio	42
Objetivos	45

2. Materiales y Métodos	47
2.1 Encuesta de consumo	48
2.2 Muestras	
Tortilla de maíz	48
Chiles secos	49
Mole	51
Carne de Pollo	51
Carne de Res	52
Carne de Cerdo	53
2.3 Evaluación instrumental de color	54
Tipo de análisis	55
Condiciones de análisis	55
Preparación y análisis de las muestras	56
Tortilla de maíz	56
Chiles Secos	57
Mole	59
Carne de Pollo, Res y Cerdo	59
2.4 Prueba de Preferencia	60
2.5 Tratamiento Estadístico de los Datos	63
3. Resultados y Discusión	65
3.1 Encuesta de consumo	66
Tortilla de maíz	67
Chiles Secos	70

Mole	74
Carne de Pollo	80
Carne de Res	84
Carne de Cerdo	87
3.2 Evaluación instrumental de color	91
Tortilla de maíz	91
Chiles Secos	102
Mole	109
Carne de Pollo	113
Carne de Res	117
Carne de Cerdo	120
3.3 Prueba de Preferencia	123
Tortilla de maíz	123
Chiles Secos	126
Mole	129
Carne de Pollo	133
Carne de Res	135
Carne de Cerdo	136
4. Conclusiones	139
Recomendaciones	146
Anexos	147
Bibliografía	178

INTRODUCCIÓN

Introducción

La identidad y calidad de algunos alimentos es determinada por el color, por lo que muchos consumidores asocian un color con productos específicos, tal es el caso del café, el vino, los quesos, etc. por mencionar algunos (Jaros, et al., 2000). El color es uno de los primeros factores evaluados en los alimentos antes de probarlos; observándose que un cambio en el mismo podría ser suficiente para propiciar el rechazo del consumidor (Muñoz, et al., 1999; West, et al., 2001). La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, ya que se hace uso del sistema visual, respondiendo a estímulos de luz que se registran por la retina, transmitidos por señales eléctricas al cerebro donde son interpretadas. El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría, que permite la cuantificación de diferencias en coloración no perceptibles por el ojo humano, (O'Sullivan, et al., 2002). Existen distintos estudios referidos a la evaluación de color en alimentos, haciendo uso de métodos **sensoriales e instrumentales**, donde se comparan y correlacionan los datos obtenidos por los jueces, consumidores y el instrumento de medición como el colorímetro, obteniéndose información complementaria con ambos métodos, (Devatkal, et al., 2004; Kim y Lee 2002; Raes, et al., 2003; Tan 2004). Por estas razones el color es un parámetro de calidad de gran importancia en los alimentos, ya que aporta información sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los mismos, además de determinar las preferencias de los consumidores, (Kostyla y Clydesdale, 1978) esto último se traduce en una ventaja comercial.

Este proyecto forma parte de un trabajo más amplio en el cual se busca estudiar de forma integral los alimentos tradicionales mexicanos, es decir aplicando diferentes técnicas de evaluación (sensorial, instrumental, fisicoquímica etc.), ya que se ha observado que estos son escasos.

Debido a la amplia variedad de alimentos tradicionales se decidió en este estudio, trabajar con productos de alto consumo como la tortilla de maíz blanco, el mole y los chiles secos, ya que estos están ligados a la historia del desarrollo del pueblo mexicano y su identidad; además debido a que en la mayoría de los casos las carnes de pollo, res y cerdo son ingredientes de los platillos mexicanos y son las carnes de mayor consumo en el país, se decidió incluirlas en el estudio.

En el caso específico de la evaluación de color instrumental, llevado a cabo con alimentos tradicionales se ha observado que no hay estudios reportados; por otro lado para las carnes frescas de pollo, cerdo y res, no hay reportes sobre productos que se comercializan en el mercado nacional; de manera que la evaluación del color de estos alimentos, va a permitir junto con otras técnicas poder conocer las características de los alimentos antes mencionados, llegando a abarcar el cumplimiento de las expectativas del consumidor.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

Antecedentes

1.1 Importancia del color en los alimentos

La identidad y calidad de algunos alimentos es determinada entre otras características por el color, lo que lleva a muchos consumidores a asociar un color con productos específicos, tal es el caso del café, las espinacas, el jugo de naranja, el vino, los quesos, etc. por mencionar algunos (Jaros, et al., 2000). El color es uno de los primeros factores evaluados en los alimentos antes de probarlos. El color forma parte de la apariencia de los alimentos, el cual es un atributo en el que se basa la decisión tomada por el consumidor al momento de la compra (Meilgaard, et al., 1999; Muñoz, et al., 1999); observándose que un cambio en el mismo podría ser suficiente para propiciar el rechazo del producto (Muñoz, et al., 1999; West, et al., 2001), e incluso se ha observado que los consumidores no son capaces de definir claramente el sabor de los alimentos cuando estos no cumplen con las expectativas de color (Jaros, et al., 2000; West, et al., 2001).

1.2 El Color

El color es el resultado de la percepción de la luz después de haber interactuado con un objeto, (Lawless, 1998), es una cualidad sugestiva que depende de la intensidad de la luz, del objeto sobre el que incide y del buen funcionamiento del órgano de la vista, complementando la información del objeto junto con su forma y su textura.

La definición de color engloba tres conceptos:

La luz: se percibe el color gracias a la existencia de las radiaciones luminosas; sin la luz no percibimos el color. De aquí surge el concepto de *color-luz*, que es la descomposición cromática de la luz blanca.

El objeto: el color existe gracias a la aglomeración de diversos pigmentos.

La vista: Receptor del color.

Con respecto a la luz, cuando el ser humano observa un objeto lo hace bajo la luz solar o la luz de una fuente lumínica, lo cual influye en la percepción del color, en el caso del uso del Colorímetro (instrumento) es necesario utilizar iluminantes artificiales, los cuales se producen por calentamiento de un metal a cierta temperatura, por lo que se miden en grados Kelvin, es decir, es la radiación que se emana al llegar a esa temperatura, (Lawless, 1999), como por ejemplo las que se mencionan en la Tabla No. 1.1.

Tabla No. 1.1. Temperatura para alcanzar el tipo de luz, (Lawless, 1999).

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

Sentido de la vista. El **ojo** (Figura 1.1), es el órgano que contiene en la **retina** principalmente dos tipos de células que permiten la percepción del color, bastones

y conos, los primeros son más sensibles a la luz pero los conos se hacen sensibles de forma selectiva a colores distintos: azul, verde y rojo.

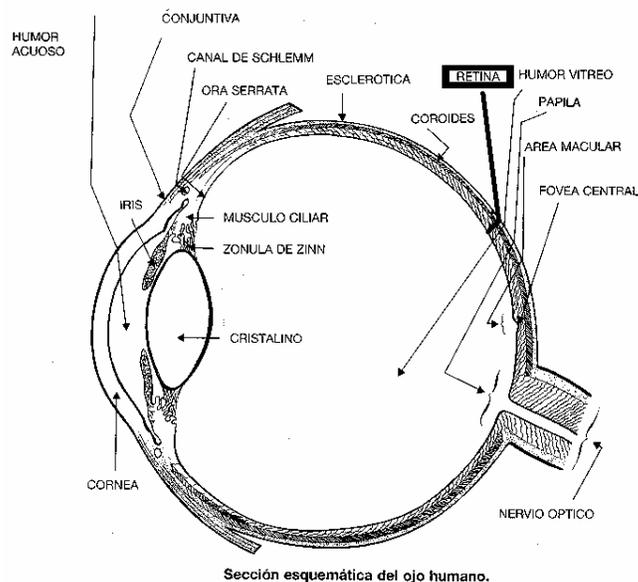


Figura 1.1. Esquema del ojo humano

Las características de absorción de los pigmentos de los tres tipos de conos presentan una absorbancia máxima a longitudes de onda de 445 (cono azul), 535 (cono verde) y 570 nm (cono rojo), (Guyton, 1997). Considerando que la luz blanca del sol o de una lámpara consta de todas las longitudes de onda, cuando esta es reflejada, por ejemplo, a una zanahoria, las longitudes de onda de 400 a 500 nm (región en el espectro de tonos azules) son absorbidas en tanto que las otras longitudes de onda son reflejadas y llegan a nuestros ojos. Por consiguiente, la luz blanca sin el azul, la percibimos como amarillo-naranja, (McMurry, 2001).

El color, en diferentes especialidades, tiene diferentes significados. Los físicos lo aplican a las variaciones en las distribuciones espectrales de las luces, tanto si son emitidas directamente por fuentes lumínicas como si lo son indirectamente

reflejadas o transmitidas por objetos, (Kostyla y Clydesdale, 1978; Meilgaard, et al., 1999). 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. En psicología, color significa un aspecto de la respuesta de un resultado de la estimulación visual.

En el lenguaje coloquial, el color se asocia con objetos, de modo un objeto debe tener prácticamente el mismo color siempre y en todo lugar, por ello se dice verde pasto, rojo sangre, azul cielo, etc., estas asociaciones son fenómenos personales y tienen lugar en nuestra mente. Sólo nosotros sabemos lo que vemos, pero si es necesario comunicar a otros algo de lo que se percibe subjetivamente, entonces se utilizará el lenguaje coloquial, lo cual llevará, según las experiencias personales a la interpretación de la información.

El color puede observarse sólo si hay luz, ya que no hay sentido absoluto del color, toda percepción es relativa; cualquier fuente de luz se ve blanca, como sucede con todas las superficies que tienen reflectancia, a la vez altas e independientes de la longitud de onda, y las superficies cromáticas que al ser observadas aparecen cualitativamente diferentes del blanco, por lo que poseen un tono.

La medida del color implica la asignación de números que representen atributos del fenómeno psicológico de lo que se llama color, por lo que generalmente, la medida del color no intenta describir directamente percepciones de color, en vez de ello, la **medida de 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 estimulación, (Gilabert, 2002). Esta asociación entre lo percibido personalmente y lo que se puede determinar de forma instrumental es la relación que se busca para evaluar el atributo de color, que es de suma importancia al juzgar un alimento antes de ser consumido.

1.3 Percepción del color

La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, ya que se hace uso del sistema visual, respondiendo a estímulos de luz que se registran por la retina, transmitidos por señales eléctricas al cerebro donde son interpretados. El ojo humano es capaz de percibir 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, (Kostyla y Clydesdale, 1978; Meilgaard, et al., 1999), Figura 1.2.

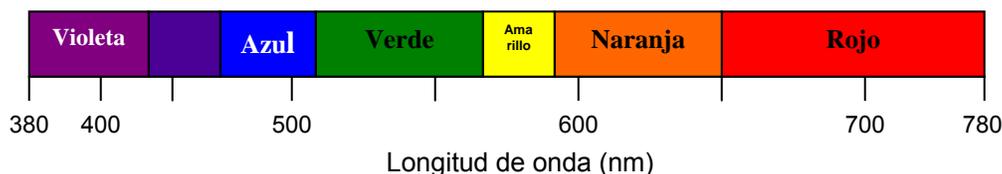


Figura 1.2. Longitudes de onda de los principales colores a las cuales es sensible el ojo humano

Al conjunto de estas longitudes de onda se le llama **espectro visible**, el cual comprende longitudes de onda que van de los $4 \cdot 10^{-6}$ mm a los $7 \cdot 10^{-6}$ mm. Los colores son el resultado de hacer pasar un haz de luz a través de un prisma,

fenómeno descubierto por Isaac Newton, (Konica Minolta, 1998). La región de luz visible es sólo una pequeña porción del espectro electromagnético.

La percepción del color es afectada por tres entidades, (Lawless, 1998):

- La composición física y química del objeto
- La composición espectral de la luz
- La sensibilidad espectral de los observadores

La luz puede ser refractada, reflejada, transmitida o absorbida por un objeto, lo cual lleva a la variación de su color, que a su vez puede variar en tres dimensiones: tono (**hue, h°**), lo que el consumidor siempre llama “color”, **luminosidad** (relación entre la luz absorbida y reflectada) también llamado brillo de un objeto y la **saturación** refiriéndose a la pureza del color, (Lawless, 1998).

Las longitudes de onda, además de ser identificados por el sistema visual, pueden ser identificadas por instrumentos como el Colorímetro. El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría, el cual mide el grado de luminosidad (L), la variación de color entre el rojo y el verde (a) y la variación de color entre el amarillo y el azul (b), permitiendo la cuantificación de diferencias no perceptibles en coloración en los alimentos por el ojo humano, (O’Sullivan, et al., 2002).

La percepción del color, tanto por parte del **ojo humano** como del **instrumento**, siguen el mismo principio, el cual se esquematiza en la Figura 1.3.

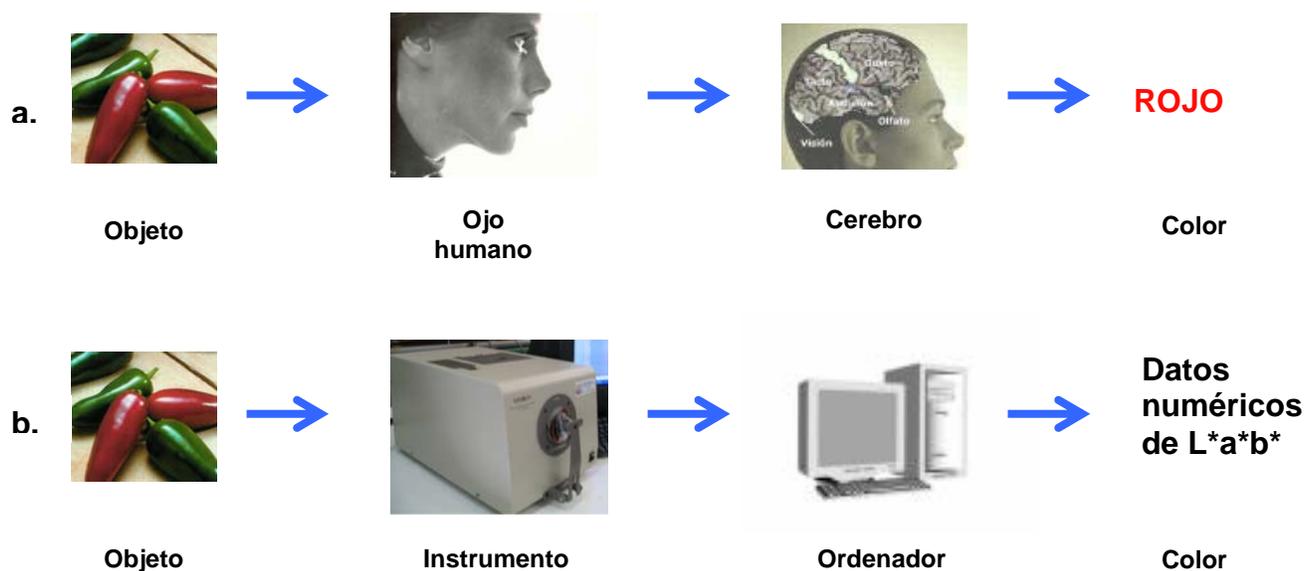


Figura 1.3. Secuencia de percepción del color
a. Proceso de percepción del color por el ojo humano
b. Proceso de percepción del color por el colorímetro

1.4 Evaluación de color en alimentos: métodos sensoriales e instrumentales

La inspección visual del color, involucra el análisis cualitativo y la comparación con muestras estándares. Como la percepción del color difiere de persona a persona y depende de la iluminación y otros factores, muchas industrias correlacionan la medida visual del color con la medida instrumental del mismo (McCaig, 2001), en donde para llevar a cabo la evaluación de forma visual, se utilizan cartas de color que son como un diccionario donde cada color tiene un código y una referencia (O'Mahony, 2005), pretendiendo con esto identificar nuevamente el color con

respecto al código seleccionado. Se debe tener cuidado en el análisis sensorial del color, en aspectos como son el tipo de iluminante (se sugiere sea luz de día), el ángulo en el que debe estar colocado el observador para evitar la interferencia del brillo y cuidar que no existan alrededor otros colores que interfieran en la percepción, (Duran, 1978).

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

En la industria alimenticia, el método de medición de color más utilizado es el L^*a^*b o también conocido como el sistema CIELAB, originalmente definido por el CIE en 1976 (Mc Caig, 2001).

Las siglas CIE se refieren a “La Comisión Internationale de l’Eclairage” que en su traducción es la Comisión Internacional de Iluminación, la cual desarrolló el sistema *Lab* a través de expresiones matemáticas, que permiten hacer un reporte de tres valores numéricos que representan al color (Lawless, 1998), también se llaman valores triestímulos CIE (X, Y, Z).

En la Figura 1.4 se muestran las coordenadas $L^*a^*b^*$. El atributo **L** describe el componente de claridad o luminosidad de un color, en base a las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0). La coordenada **a** da un valor de las tonalidades de rojo (+a) hasta verde (-a), mientras que la coordenada **b** indica tonalidades de amarillo (+b) hasta azul (-b).

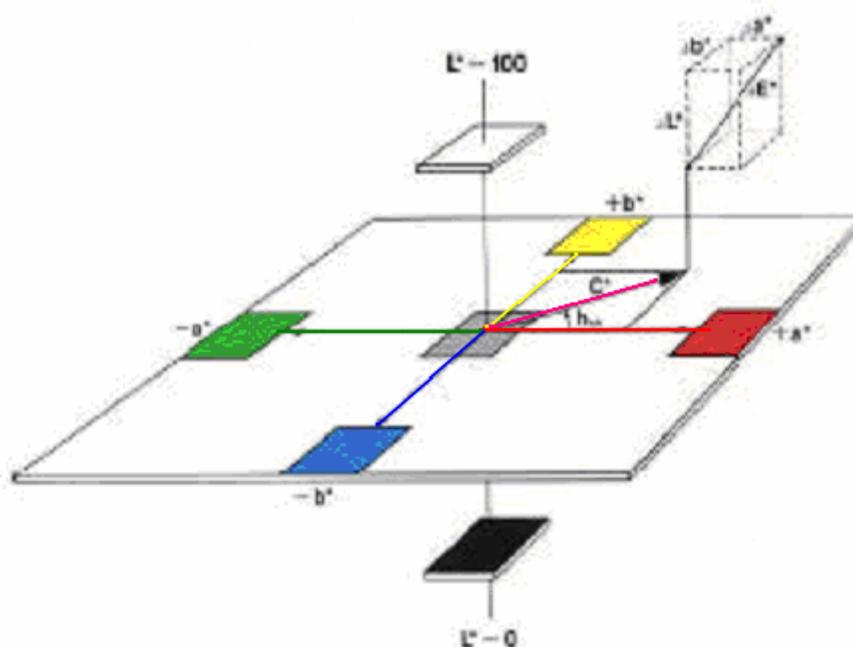


Figura 1.4. Representación gráfica de las coordenadas L*a*b*

Existen distintos estudios referidos a la evaluación de color en alimentos, haciendo uso de métodos sensoriales e instrumentales, donde se comparan y correlacionan los datos obtenidos por los jueces, consumidores y el instrumento de medición que es el colorímetro, obteniéndose información complementaría con ambos métodos, (Devatkal, et al., 2004; Kim y Lee 2002; Raes, et al., 2003; Tan 2004), por ejemplo en el caso de la carne y sus productos derivados un mal almacenamiento y el deterioro de los mismos es observado por la coloración que presentan, dándonos información sobre las condiciones de almacenamiento (tiempo y temperatura), (Sepe, et al, 2005; O'Sullivan, et al., 2003). El consumidor al observar las coloraciones desarrolladas a lo largo de un almacenamiento será capaz de diferenciar entre una carne fresca y decidirá acerca de su adquisición, ya que a

través de este atributo se puede observar el crecimiento microbiano en la superficie de los alimentos. Otro ejemplo es con manzanas, que son frutos que se eligen con base en su coloración, por lo cual se clasifican con respecto a esta, ya que una apariencia uniforme atrae al consumidor. El color es una herramienta usada para la selección de métodos de conservación, aportando información acerca del grado de madurez de la fruta (Bennedsen y Peterson 2005; Kleynen, et al., 2005).

Por estas razones el color es un parámetro de calidad de gran importancia en los alimentos, ya que aporta información sobre sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, además de modular las preferencias de los consumidores, (Kostyla y Clydesdale, 1978).

Se ha observado que la evaluación instrumental de color en alimentos mexicanos es escasa, enfocándose principalmente al estudio de pigmentos. Por ejemplo en el caso de la tortilla, se han llevado a cabo estudios de color del pericarpio de maíz, en el que se determinaron los pigmentos responsables de este y la relación directa que se tiene con el color resultante en la tortilla después del proceso de elaboración (Muñoz, et al., 1999). En la carne de cerdo se determinó el desarrollo de metamioglobina (color café en la carne), mediante el uso de un colorímetro Minolta, para después correlacionar los resultados obtenidos con los valores arrojados por un grupo de jueces analíticos sensoriales, (O'Sullivan et al., 2003).

1.5 Instrumento de Evaluación

El instrumento que se utiliza para llevar a cabo la evaluación del color en los alimentos, es el Espectrofotómetro Minolta CM-3600d, el cual mide los factores de reflectancia y de transmitancia espectrales, teniendo como objetivo, comparar a cada longitud de onda, el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto, con el de un patrón en caso de que exista, (Gilabert, 2002).

El sistema espectrofotométrico usado para medir muestras no fluorescentes (cuerpos opacos), como es el caso de los alimentos en estudio, se muestra en la Figura 1.5.

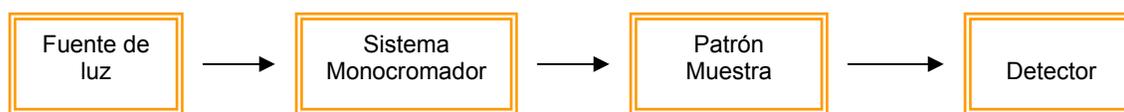


Figura 1.5. Esquema de las partes más importantes de un espectrofotómetro

Mediante el espectrofotómetro se consiguen tres curvas representativas de la cantidad de luz reflejada o transmitida para cada longitud de onda del espectro. Las curvas serían los coeficientes de ponderación, al considerar a los números hallados como estímulos psicofísicos o valores triestímulos. Un eje es denominado L , que es la secuencia de gradientes entre $L=0$ (negro) y $L=100$ (blanco), donde además un valor mayor a 60 indica que el color es “claro”, y un valor por debajo de este número indica que el color evaluado es “oscuro”. Los ejes a y b , configuran un diagrama de cromaticidad en el cual el atributo positivo de a es “rojo” y el negativo es “verde”, mientras que el polo positivo de b es “amarillo” y el negativo

es “azul”, (el esquema de estos ejes se muestra en la Figura 1.4, en la página 15), (Sanz, 1993).

1.6 Historia, Tradición y Consumo

La historia de México, desde la época de los aztecas, seguida por la conquista, la Guerra de Independencia, movimiento Revolucionario, etc. hasta nuestros tiempos, menciona algunas de las costumbres alimenticias llevadas a cabo por el pueblo mexicano, como es el caso del consumo de productos de maíz (tortilla, tamales, pozol, pozole, etc.) y el chile (mole, salsas, etc.), que a pesar del desarrollo de nuevos productos alimenticios no han desaparecido, sino que se han adecuado para su integración en nuevos platillos o para su elaboración a nivel industrial, e incluso llegar a su exportación, estos son considerados parte de la identidad mexicana y adoptados como platillos *tradicionales*, (Pilcher, 2001).

México se identifica como un país con grandes tradiciones, donde la gastronomía típica no deja de ocupar un lugar muy importante. Es aquí donde se incluyen ingredientes indispensables para dar ese toque especial de sabor y color a la comida mexicana. México ha contribuido a la cultura gastronómica del mundo con diferentes especies alimentarias como lo son el maíz, frijol, amaranto, chía, cacahuete, jitomate, calabaza, papaya, anona, chirimoya, mamey, zapote, numerosas raíces como jícama, etc., (Sánchez, 1990), contribuyendo también con productos terminados como los tamales y la tortilla, (Weber, et al., 1993), que por

su creciente consumo en países como los E.U.A., son causa de estudio con respecto a su composición nutrimental, modo de elaboración y control de calidad. El maíz es considerado el cereal básico dentro de la cultura mexicana, lo cual se ve reflejado en su consumo anual de **189 Kg/persona/año (FAO, 2002)**, incluyendo a sus productos derivados como la **tortilla**, la cual puede ser elaborada a mano, o en serie haciendo uso de una máquina tortilladora, pero conservando la nixtamalización como la etapa de elaboración más importante, (Pilcher, 2001). Al ser la tortilla un alimento básico, es importante su estudio con respecto a la evaluación del color, en donde se verán beneficiados tanto el consumidor como el productor, al obtener un producto con la calidad deseada.

Los **chiles** están presentes en la cultura mexicana desde los inicios de su historia, los cuales son consumidos tanto frescos como secos, y no pueden faltar como acompañantes de platillos típicos, al formar parte de salsas, guisados o en conservas. En México, los chiles son condimento indispensable para elaborar diversos manjares como el **mole**. Es costumbre, en toda la República Mexicana, valerse de los chiles para sazonar sopas, huevos, pescados, carnes y un sin fin de alimentos.

El chile, al principio llamado ají por los españoles, ha sido una de las más importantes contribuciones del México prehispánico a la cultura gastronómica universal. De estos alimentos (chile seco y mole) existe poca información acerca de la evaluación de color, por lo que al ser de tan grande importancia culinaria se incluyen en este estudio.

La carne de pollo, res y cerdo, son las más consumidas en comparación de otras como la de oveja, pavo, etc., lo que las lleva a considerarse alimentos de alto consumo y por ello han sido incluidas para evaluación en este estudio.

. En la Tabla No. 1.2, son presentadas las cifras de la producción de estos alimentos, así como del consumo per cápita en el año 2005, (SAGARPA, 2006).

Tabla No. 1.2. Producción y consumo de carne fresca en México, (SAGARPA, 2006)

Tipo de Carne Fresca	Producción en México durante el año 2005 (miles de toneladas)	Consumo en México durante el año 2005 (kg/ habitante/año)
Carne de Pollo	2,344.7	23.9
Carne de Cerdo	1,087.8	15.5
Carne de Res	1,559.1	15.2
Carne de Oveja	45.4	0.8
Carne de Cabra	42.5	0.4
Carne de Pavo	24.7	1.2

Estos alimentos, antes de ser consumidos es necesario que pasen por diferentes etapas, desde la crianza, el sacrificio, la maduración, la venta y preparación. La inspección visual, es parte importante para su venta, por lo que el hecho de que el productor o el comprador a mayoreo tenga una herramienta rápida de inspección o una forma de valorar la calidad de la carne junto con otros aspectos como el precio, la marca, etc., es de suma importancia. Es entonces, donde la determinación de color en la carne, es uno de los principales parámetros de calidad que debe ser evaluado, lo que ayudaría a reducir el tiempo de inspección

de la calidad de estos productos y el control de los lotes de producción, ya que permite cuantificar ligeras variaciones en el color que el ojo humano no puede determinar.

1.7 ALIMENTOS DE ESTUDIO

Tortilla

Con respecto a estudios realizados a la tortilla de maíz blanco se tienen varias referencias, en las cuales se menciona la importancia del proceso de nixtamalización del maíz, ya que a través de su tratamiento alcalino se obtiene un aumento en la disponibilidad de proteína así como la capacidad de retención de agua, cambios de pH y el desarrollo de color en el producto final, (Sefa-Dedeh, et al., 2004), identificándose que la superposición de dos películas, la celulosa en la epidermis y el pericarpio, absorben en la región UV de 300 a 350 nm y 375 a 450 nm del espectro de absorción respectivamente, estos pigmentos responsables de la coloración en la tortilla, corresponden a glucósidos tipo flavonoides que se encuentran enlazados a los azúcares de la hemicelulosa, en donde la superposición de estas películas esta en función de la concentración de Ca(OH)_2 usada en el proceso de nixtamalización, (Muñoz, et al., 1999).

Existe gran variedad en las características de este producto, refiriéndose al tamaño, peso, diámetro, espesor, color e incluso su materia prima, ya que existen

diversas especies de maíz con las cuales se elaboran las tortillas, (Sánchez-Castillo, et al., 2000; Weber, et al., 1993).

En la elaboración de la tortilla son considerados algunos **factores que influyen en el desarrollo de sus atributos**, los cuales son:

- Variedad de *maíz* utilizado: En México las tortillas son elaboradas con diferentes variedades de maíz, que en principio pueden ser de diferentes colores, como el blanco, rojo y azul, los cuales imparten color a la masa y a la tortilla, debido a los pigmentos que se encuentran en las células del maíz.
- Concentración de *cal*: La cal es usada para llevar a cabo el tratamiento de nixtamalización del maíz, pero la concentración en la que se aplica no es constante. Se ha observado, en el trabajo realizado por Sefa-Dedeh que el color que se obtiene en la tortilla, se ve modificado directamente al cambiar la concentración de cal, en donde, a mayor concentración de cal el color de la tortilla aumenta, debido a su vez a que la separación espacial de los dos centros absorbentes (celulosa en la epidermis y pigmentos presentes en el pericarpio), esta en función de la concentración de cal usada en el proceso, lo que muestra la sensibilidad de los pigmentos al cocido alcalino (Muñoz, et al., 1999). Este factor influye también en otras características como

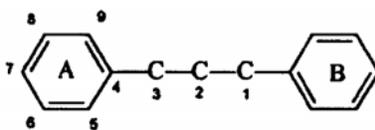
absorción de agua, mayor disponibilidad de proteína, y mayor viscosidad en la masa obtenida, (Sefa-Dedeh, et al., 2004).

- Tiempo y temperatura de *nixtamalización*: Para obtener una masa de maíz nixtamalizada maleable para hacer la tortilla, se recomienda llevar a cabo el tratamiento alcalino a la par del proceso térmico, es decir, calentar el maíz con la cal (durante un período de 30 minutos), ya que si sólo se coloca el maíz con la cal, no se presenta desprendimiento del pericarpio, disponibilidad de proteína, etc., (Muñoz, et al., 1999; Sefa-Dedeh, et al., 2004).
- Número de *enjuagues del nejayote*: Después del tiempo de reposo, el agua de cocimiento llamada nejayote, es eliminada. Durante los enjuagues, la hemicelulosa disuelta debido al proceso de nixtamalización es acarreada, encontrando que el número de estos, influye directamente en el color de la masa y la tortilla, (Muñoz, et al., 1999).
- Forma de elaboración: Elaborar la tortilla a mano, con máquina laminadora (la que regularmente se encuentra en casa) o con máquina industrial (la que se usa en las tortillerías de colonia), influye en las características finales que presentará el producto, afectando la forma (homogénea), tamaño (diámetro) y espesor (peso y altura) de este. Por ejemplo, al usar una máquina tortilladora, la tortilla es más uniforme y constante al igual que

su espesor, no siendo así cuando las tortillas se hacen “a mano”, (Weber, et al., 1993).

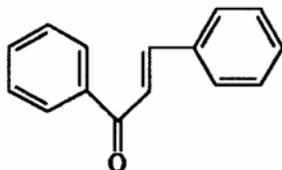
- Tiempo de *cocimiento* de la tortilla: La etapa de cocimiento abarca diferentes procesos químicos, entre los cuales se encuentra la reducción de humedad (perdiendo aproximadamente el 12% de agua), que en exceso, produce una tortilla seca, opaca y dura, que produce consecuencias en la rollabilidad y calidad del producto obtenido, (Arámbula-Villa, et al., 2001). Durante el cocimiento de la tortilla se pierde la cristalinidad y se avanza en la gelatinización del almidón, esta no es total debido a la limitada disponibilidad de agua, así como a la alta temperatura y corto tiempo de residencia en el comal, (Camacho, et al., 2004).

La evaluación instrumental de color en las tortillas, se ha realizado en varios trabajos incluyendo uno con Espectroscopía Fotoacústica, donde se determinó que usando una concentración de cal de 1, 2 y 3% se obtienen longitudes de onda de 418 , 426 y 412 nm respectivamente, que son el resultado del cocido alcalino de maíz, ya que las referencias muestran que en un medio neutro o ácido el pigmento flavonoide tiene la estructura del flavón (el cual es incoloro), bajo la acción de un medio alcalino el flavón adquiere la estructura del flavonol (de color amarillento) debido a la sustitución de grupos hidroxil en sus anillos, (Muñoz, et al., 1999), en la Figura 1.6 se muestran las estructuras químicas de algunos flavonoides.

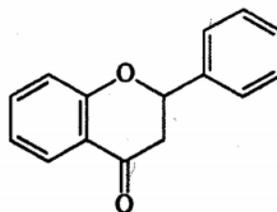


Estructura $C_6C_3C_6$ básica

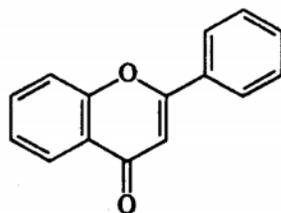
FLAVANONAS



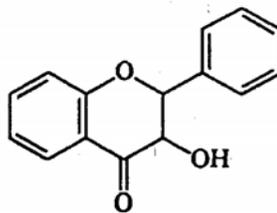
Chalcona



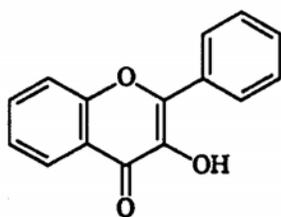
Flavanonas



Flavonas

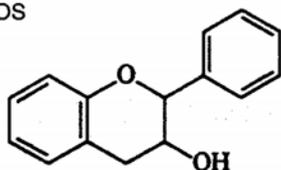


Flavanonoles

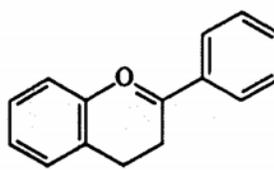


Flavonoles

FLAVANOS



Catequinas



Antocianidinas

Figura 1.6. Estructuras químicas de flavonoides. (Fennema, 1995).

Los flavonoles por tanto aparecen en tonos amarillos si se encuentran presentes en concentraciones suficientes, en el maíz se pueden encontrar β -carotenos como luteína y zeaxantina, (Fennema, 1995). Durante el cocimiento de la tortilla hay una desnaturalización de las proteínas que produce un efecto de adhesión y da lugar a la consistencia característica de la tortilla, así como un ligero oscurecimiento, debido a reacciones de Maillard, (Camacho, et al., 2004).

En estudios realizados por Sefa-Dedeh, usando el Colorímetro Minolta de serie CR-310, donde se evalúa el parámetro L (luminosidad), a (variación de color entre el rojo y el verde) y b (variación de color entre el amarillo y el azul), determinándose que el color en las tortillas es un importante parámetro de calidad que influye directamente en la aceptación del producto y que la concentración de cal usada está directamente relacionada con la intensidad de color en las tortillas, donde a mayor concentración aumenta el color amarillo del producto, observándose esto en los valores resultantes, donde a mayor concentración, el valor del parámetro b aumenta, (Sefa-Dedeh, et al., 2004), además de intervenir el tiempo de cocimiento.

Con respecto a los valores de los atributos de color, en el trabajo realizado por Martínez-Bustos y Martínez-Flores en el 2001, (Martínez, 2001), en donde se evaluó el color en las tortillas con un Espectrofotómetro Minolta CM-2002, se determinó lo siguiente (Tabla No. 1.3).

Tabla No. 1.3. Valores de los atributos de color, tomados con Espectrofotómetro CM-2002, sobre tortillas en varios tratamientos, (Martínez, 2001)

Tortillas elaboradas con:	CIE L*	CIE a*	CIE b*
Maíz cocido y lavado dos veces	76.10 b	1.00 b	22.59 b
Maíz cocido y lavado exhaustivamente	76.22 b	0.20 c	17.46 c
Maíz cocido	79.58 a	1.41 a	23.87 b
Maíz cocido y con el germen removido	75.90 b	1.49 a	25.02 a

*Muestras con la misma letra **no** presentan diferencia significativa al 5%*

Y por otro lado Vidal-Quintanar en el 2000, reportó valores estándar para la tortilla en el sistema **Hunter Lab** (el cual es otro sistema de reporte de los atributos de color), los cuales son para $L = 79.21$, $a = -0.61$ y $b = 22.78$, (Vidal-Quintanar, 2000).

Chiles Secos

El chile ha formado parte sustancial de varios alimentos, ha sido parte trascendental en la cocina nacional, tiene una larga tradición cultural y su uso medicinal también se ha considerado importante a lo largo de nuestra historia, (Long-Solís, 1987). El chile, perteneciente al género *Capsicum annum L.*, es originario del Continente Americano, pero actualmente es usado en varias ciudades del mundo, el nombre de *Capsicum* se deriva del griego “kapsa” que se refiere al picor del chile, (Collera, et al., 2005; Long, 1982), es una planta herbácea anual de la familia de las *Solanaceae* (Mosquera y Méndez, 1994). El chile es ampliamente usado en la preparación de platillos por su aportación de color,

pungencia y aroma, dependiendo del grado de madurez, este puede ser de color verde o rojo.

Se conocen una gran diversidad de chiles, que se han intentado clasificar, tomando en cuenta características como su forma, tamaño, color, etc., aunque el género *Capsicum* incluye más de 26 especies, sólo 12 especies, más algunas variedades, son utilizadas por el hombre; y de éstas, sólo cinco han sido domesticadas y se cultivan. Estas especies son (López, 2003):

- *C. annuum* L. (jalapeño, serrano, ancho, pasilla, mirasol o guajillo, de árbol, chiltepín o piquín)
- *C. baccatum* L.
- *C. frutescens* L. (tabasco)
- *C. chinense* (habanero)
- *C. pubescens* (manzano)

Todos los frutos del género *Capsicum* presentan una composición general basada principalmente en contenido de proteínas, resinas, celulosas, pentosas, sales minerales, vitaminas y principio picante (capsaicinoides), al que pertenecen alrededor de 10 compuestos responsables del picor de chile (Rajalakshmi, 1986). Dicho picor puede variar debido a muchos factores, entre los cuales se encuentran los siguientes: el medio de cultivo, el grado de madurez del fruto, la especie de que se trate y factores genéticos y geográficos, (Robert y Loyola, 1985).

El chile ancho es la variedad de chile llamado poblano cuando es fresco y verde, una vez deshidratado es rojo oscuro, generalmente poco picante y algo dulce, (Gutiérrez, et al., 1994).

El color de este fruto es muy variable ya que se puede encontrar desde verde, amarillo, blanco, café o rojo, (Collera, et al., 2005), esto se debe a la presencia de varios pigmentos, dependiendo de su estado de madurez, el color verde se da por la clorofila; en la mayor parte de los chiles a medida que el fruto madura ésta se reabsorbe y el chile cambia su color verde a rojo oscuro pasando por diversos tonos, como verde amarillento, amarillento, anaranjado, etc., debido a la presencia de una mezcla de carotenoides y xantofilas, (Bravo, 1934).

El atractivo color rojo que presentan algunos chiles es debido a la presencia de tres keto-carotenoides la capsantina, capsorubina y criptocapsina, (Philip y Francis 1971; Collera, et al., 2005), y de otros pigmentos en menor cantidad como es la violoxantina, capsantina-5, 6-epoxidos, zeaxantina, luteina, β -carotenos (Ahmed, et al., 2002); el color verde en los chiles es debido a las clorofilas presentes, que por presencia de calor es degradada a feofitina, (Ahmed, et al., 2000), esto depende de la capacidad para sintetizar carotenoides o retener pigmentos como la clorofila, (Collera, et al., 2005).

Los últimos estudios realizados tanto al chile ancho como al guajillo con respecto al color, han determinado la presencia de algunos carotenoides presentes en

estos frutos secos; tanto en chile guajillo como en el ancho se han determinado por HPLC que el β -caroteno es el carotenoide de mayor presencia, seguido de la violaxantina, obteniendo junto a otros carotenoides un total de 6.76 y 7.52 mg de carotenoides/100 g de muestra, respectivamente, el chile guajillo presenta un color rojo y no contiene clorofilas, el chile ancho es de color café rojizo conteniendo una pequeña porción de clorofilas (0.96 $\mu\text{g/g}$), (Collera, et al., 2005). Obviamente la presencia de más de quince compuestos carotenoides son los que determinan el color característico del chile seco, los carotenos son liposolubles de color amarillo y rojo (Fennema, 1993). En la Tabla No. 1.4 y la No. 1.5 se presenta la lista de los carotenos identificados en los chiles ancho y guajillo que forman parte de la investigación, (Collera, et al., 2005).

Tabla No. 1.4. Carotenoides en chile ancho y guajillo, (Collera, et al., 2005).

**Composición de carotenoides en tres variedades de
C. annuum in HPLC (% de carotenoides totales)**

Pigmento (por orden de elución)	Ancho	Guajillo	Mulato
1. Latoxantina	5.55	1.56	1.53
2. Capsorubina	2.17	0.35	4.20
3. Neoxantina	-	0.28	2.20
4. Capsantina 5,6-epoxido	-	-	1.43
5. Violoxantina	14.5	13.2	22.0
6. Capsantina 3,6-epoxido	-	-	11.6
7. Luteoxantina	-	-	2.10
8. Cucurbitaxantina B	10.5	-	-
9. Capsantina	9.69	12.6	11.2
10. Cicloviolaxantina	-	0.51	-
11. Anteroxantina	Trazas	7.07	Trazas
12. Mutatoxantina 2	0.30	0.31	1.23
13. Mutatoxantina 1	0.33	0.30	-
14. 9-cis-Capxantina	10.1	10.0	9.93
15. Luteina ^a	-	-	0.88
16. Zeaxantina ^b	4.29	1.88	3.56
17. 9-cis-Zeaxantina	-	0.50	-
18. 15-cis-Zeaxantina	-	4.79	-
19. Canthaxantina	-	-	0.78
20. Criptocapsina	0.24	10.0	0.62
21. α -Criptoxantina	5.28	2.24	0.72
22. β -Criptoxantina ^b	9.70	9.53	6.10
23. β -Apo-8'-Carotenal ^{a,b}	Ref.	Ref.	Ref.
24. α -Caroteno ^b	2.1	1.27	2.98
25. β -Caroteno ^{a,b}	20.9	17.9	14.9
Compuestos no identificados	4.39	5.74	2.00
% en peso	100	100	100
Carotenoides totales (mg/100 g)	7.52	6.76	7.24

El orden de aparición de los carotenoides en esta tabla es con respecto a su tiempo de retención en HPLC y el espectro UV-Vis.

^a *Compuestos identificados por UV, visible, infrarrojo y mp.*

^b *Comparación con estándares de referencia*

Tabla No. 1.5. Carotenoides en chile ancho y guajillo, (Collera, et al., 2005).

Carotenoides identificados en fase normal de HPLC en tres variedades de *C. annuum* (% de carotenoides totales)

Pigmento (por orden de elución)	Ancho	Guajillo	Mulato
1. β -Caroteno ^{a,b}	19.7	16.2	11.0
2. cis- β -Caroteno	-	4.29	8.80
3. α -Caroteno	13.8	7.65	8.50
4. Criptocapsina	-	6.87	5.63
5. Criptoflavina ^c	8.06	4.13	3.50
6. β -Criptoxantina	-	4.43	0.33
7. α -Criptoxantina	-	10.8	7.08
8. Anteraxantina ^b	Trazas	Trazas	Trazas
9. Luteína ^b	Trazas	Trazas	0.02
10. Curcubitaxantina A	-	-	2.75
11. Luteoxantina	2.67	-	2.75
12. Zeaxantina	8.63	4.41	0.03
13. cis-Zeaxantina	8.40	-	1.79
14. Mutatoxantina	Trazas	3.42	7.30
15. Ciclovioloxantina	-	1.15	0.29
16. 9-cis-capsantina ^b	17.7	7.88	0.12
17. Capsantina ^{a,b}	5.82	Trazas	0.05
18. Capsantina 3,6 epoxido	Trazas	0.85	1.16
19. Violoxantina	Trazas	Trazas	11.1
20. Capsorubina	1.40	0.30	0.67
21. Neoxantina	Trazas	6.00	5.93
22. Latoxantina	0.71	0.88	2.96
Compuestos no identificados	15.7	20.8	20.3
Peso (%)	100	100	100

^a Comparación con estándares de referencia

^b Compuestos identificados por UV-Vis, infrarrojo y mp.

^c Carotenoides que fueron asignados sólo por la fase normal de HPLC

Moléculas como la **clorofila** son las principales responsables del color en los chiles frescos, estas son complejos de magnesio derivados de la porfirina, los espectros visibles de la clorofila a y b y sus derivados se caracterizan por bandas

de absorción de la luz a 600 y 700 nm (regiones del rojo) y entre 400 y 500 (regiones del azul), (Fennema, 1995). Los carotenoides son los pigmentos más ampliamente distribuidos en la naturaleza y estos pueden estar a menudo enmascarados por los pigmentos de clorofila más dominantes, pero en otoño o cuando se deshidratan algunas plantas, los cloroplastos se descomponen y se hace evidente el color amarillo-naranja de los carotenoides; las longitudes de onda para la detección de los carotenoides oscilan entre los 430 y 480 nm, longitudes mayores se usan para identificar algunas xantofilas, (Fennema, 1955).

Hasta ahora los estudios realizados en evaluación del color a los chiles secos han sido solo químicos, tratando de identificar a los pigmentos responsables, pero no hay referencias en donde se use un colorímetro para su evaluación.

Las definiciones de algunos chiles en estudio se presentan a continuación:

Chile: *Capsicum frutescens* o *Capsicum annuum*. De la familia de las solanáceas. Planta originaria de América que crece, principalmente, en el sur de México. Se le cultiva en Asia, sobre todo en India y China. Los chiles son vainas de colores diversos: rojos, verde, naranja, amarillo y café. Los hay picantes y dulces; las variedades dulces (pimientos, morrones y pimentón) se cultivan en España y Hungría (donde reciben el nombre de páprika), se consumen tiernos o secos y preparados de diversas formas.

Chile seco: Término genérico que se utiliza para un gran número de chiles que se dejan *madurar, secar o deshidratar*, ya secos son muy utilizados en la cocina

mexicana. Entre ellos encontramos el chile Ancho, Mulato, Guajillo, entre otros. Algunos chiles además de secos son ahumados como el chile Chipotle, Mora y Morita.

Chile Ancho: Variedad semipicante, de color verde y forma cónica e irregular, su tamaño varía de los ocho a los quince centímetros. A una variedad pequeña se le conoce como chile chino, que sirve para la elaboración de adobos, moles y salsas colorea caldos y sopas. También es conocido como chile poblano. Chile seco de color café rojizo, tiene forma triangular, es de textura rugosa y brillante, debe ser flexible al tacto y nunca tieso. Al remojarse adquiere un tono ladrillo, y es el encargado de dar el color a la mayoría de los guisos.

Chile de Árbol: Chile largo y delgado, mide en promedio 7 cm de largo y 1 cm de ancho. Al estar fresco es de color verde y rojo al madurar, el chile de árbol seco es de color rojo brillante, muy picante, esta es la forma en que más se consume.

Chile Cascabel: Chile seco de forma redonda, casi esférico, color café rojizo, mide 3 cm de diámetro aproximadamente, presenta cáscara tersa y dura, moderadamente picante, de sabor agradable. Cuando se agita este chile, sus semillas suenan como una sonaja o cascabel, de ahí su nombre.

Chile Chipotle: Chile seco y ahumado, de color café oscuro, textura arrugada, muy picoso, en promedio mide unos 6 cm de largo y unos 2.5 cm en su parte más ancha. Su nombre proviene del Náhuatl; Chilli, Chile y Poctli, humo, "Chile

Ahumado". Con este Chile se hacen salsas picantes y guisos que a veces llaman enchipotlados.

Chile Guajillo: Chile seco de color café rojizo, de piel tersa y con forma triangular alargada, mide en promedio unos 10 cm de largo y 3 cm en su parte más ancha. Su empleo es en todo tipo de guisos con puerco, pollo, res o cualquier otra carne, es parte de moles, adobos, salsas picantes etc. Se distinguen tres variantes de este chile: Guajillo Ancho, que no es picoso, Guajillo Chico, que es de picor moderado, y el Guajillo Pulla, que es muy picoso.

Chile Morita: Chile seco ahumado, su cáscara es tersa, brillante, de color similar a la mora, mide en promedio 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Se obtiene de una variedad pequeña del jalapeño, es muy picante con cierta dulzura. Se utiliza en partes de Veracruz, Puebla y D. F. Con el se hacen salsas picantes, guisos de carne de res, pollo o cerdo, en encurtidos o adobados.

Chile Mulato: Chile seco, color café negrusco, con forma y color parecido al chile Ancho, tiene en promedio 12 cm de largo y unos 7 cm de ancho, su sabor es un tanto dulce con sabor ligeramente parecido al chocolate, algunas veces resulta ser un poco picoso, tiene la piel un tanto gruesa.

Chile Pasilla: Chile seco con forma alargada, mide de 15 a 20 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, tiene un color café negrusco, con superficie brillante, arrugada y de sabor picante, su nombre se debe a que cuando se seca este se arruga como la uva-pasa, cuando esta fresco se llama chile Chilaca.

Chile Piquín: Con este nombre se identifican a un sin número de chiles pequeños que se distinguen por ser de forma redonda, ovalada y ligeramente cónicos, al ser frescos son de color verde y al secarse son de color rojo sepia.

Es un chile espontáneo, perenne, que aparece en diferentes terrenos, los cambios de clima y la humedad generan pequeñas diferencias entre ellos. Su nombre proviene del Náhuatl y significa pulga, por lo que se le conoce también Chile Pulga.

Chile Pulla: Es delgado y picante, mide 10 cm de largo por 2 cm de ancho. En el D. F. se le conoce como chile Guajillo Pulla o Guajillo del que pica. Cuando es fresco en Aguascalientes se le conoce como Chile Mirasol.

Mole

El mole refiriéndose al vocablo y a sus raíces lingüísticas, es prehispánico, porque proviene de *molli* que en náhuatl significa *salsa*.

Los moles van cambiando de región en región dependiendo de los ingredientes que se consideren como típicos del lugar. En la antigüedad el mole solo era servido como un platillo especial a personas importantes, actualmente forman parte de diversas festividades celebrando desde un cumpleaños hasta una boda, acompañado de pollo y arroz.

Este alimento es preparado con diversos chiles, que son el ingrediente principal y que además le proporciona color, es decir dependiendo de los chiles que se usen para su elaboración será el color final del mole. A continuación se presentan distintas recetas de los moles que forman parte de este estudio (Chapa, 2005).

Mole coloradito

4 dientes de ajo
1 cebolla mediana partida en cuartos
12 chiles anchos ligeramente asados, desvenados, dessemillados y remojados en agua caliente
50 g de manteca de cerdo

Mole negro oaxaqueño

20 chiles chilcahuatles negros asados, desvenados, dessemillados y remojados en agua con sal
8 chiles mulatos asados, dessemillados, desvenados y remojados en agua con sal
1 tortilla cortada en tiras
75 g de almendras
50 g de nueces
30 g de cacahuates
30 g de pan blanco

Mole Poblano

200 g de manteca de cerdo
3 chiles chipotles grandes, desvenados y hervidos
4 jitomates grandes asados
460 g de chiles mulatos
400 g de chiles anchos desvenados, dessemillados y desflemados
100 g de chiles pasilla desvenados, dessemillados y desflemados
100 g de almendras cocidas y peladas
75 g de cacahuates
75 g de pasas

6 chiles pasillas ligeramente asados, desvenados y remojados en agua caliente
6 dientes de ajo asados
5 jitomates asados y partidos
Sal

6 clavos
5 pimientas enteras
1 raja de canela
175 g de manteca de cerdo
2 cucharadas de pasas sin semilla
2 cucharadas de ajonjolí tostado
1 hoja de aguacate tostada
2 tablillas de chocolate
700 g de jitomates asados, pelados y molidos
1 cucharada de orégano oaxaqueño

20 g de pan blanco
1 tortilla dorada
3 g de pimienta
Una pizca de clavos
75 g de ajonjolí tostado
Una pizca de anís tostado
Una pizca de canela
3 cebollas
6 dientes de ajo
2 tablillas de chocolate
50 g de ajonjolí tostado, para espolvorear
Sal
1 tortilla dorada

Carne de Pollo

La carne de pollo es un alimento de alto consumo en México, siendo parte primordial en varios platillos mexicanos como el mole, las enchiladas, chilaquiles, las tostadas, etc., (Pilcher, 2001).

Como se ha venido mencionando, el factor más importante de la apariencia de muchos alimentos es el color, este es una característica de calidad muy importante en los productos avícolas como en la cáscara y yema del huevo, la piel, la carne y los huesos, incluso el precio de estos puede estar fijado por la coloración que presentan. El color de la carne, esta relacionado con el tipo de músculo (carne clara u oscura), la variación del color y los defectos de este, (Richardson y Mead, 2001). Existen **diferentes métodos** para llevar a cabo la evaluación de color de la carne de ave, como son:

- La evaluación *visual*: Se realiza haciendo uso del sentido de la vista, en donde el ojo humano funge como instrumento evaluador del color. El ojo humano es capaz de percibir pequeñas diferencias de color, aunque esto no indica que pueda cuantificar la magnitud de la diferencia por sí solo; por lo que para asignarle un valor numérico, es necesario hacer uso de estándares de color en la carne, y con referencia en estos patrones asignar puntuaciones, (Richardson y Mead, 2001).

Desde 1925 se han usado abanicos o círculos con una gama de colores, los cuales son comparados con el producto para asignar un valor numérico con respecto a la escala de color, (Parker, et al., 1925; Heiman y Carver, 1935;

Vuillumier, 1969). El abanico de color de Roche para evaluar el color del muslo de pollo, ha sido el más utilizado, (Richardson y Mead, 2001), aunque se deben tener en cuenta algunas recomendaciones al momento de usarlo en la evaluación de color, como: llevar a cabo las evaluaciones por el mismo observador y bajo una misma iluminación, (Vuillumier, 1969).

- El análisis *químico-espectrofotométrico y directos de pigmentos*: Debido a que la naturaleza de las evaluaciones visuales de color era subjetiva, era necesario implementar un método objetivo y reproducible en la evaluación de color, llevando a realizar varios trabajos en donde fueron extraídos los pigmentos que originan el color en la carne de ave, su piel y huevos, para cuantificar e identificar a los pigmentos por análisis químico espectrofotométrico, (Richardson y Mead, 2001).
- *Colorimetría de reflectancia*: Desde 1975 se ha venido estudiando el uso del colorímetro para evaluar el color en alimentos, trayendo ventajas como la objetividad, precisión y reproducibilidad de los valores obtenidos, (Richardson y Mead, 2001).

El color de la carne cruda de un ave es fundamental para la selección de esta por parte del consumidor, ya que se ha demostrado la preferencia sobre los pollos frescos basados simplemente en el color de la piel, (Richardson y Mead, 2001). El trabajo realizado por Barbut, indica valores de $L = 51.7$, $a = 1$ y $b = 4.1$ para pollo comercial evaluado con un colorímetro Minolta CM-1000, (Barbut, 2001).

Considerando que la pigmentación en las aves, debida a los carotenoides, es determinada por varios factores como la genética, el alimento, la matanza o sacrificio, el almacenamiento, el tratamiento térmico, hemorragias, etc., (Henken, 1992; Richardson y Mead, 2001), dentro de estos, la alimentación del ave es un parámetro que no se ha estandarizado, ya que en algunas regiones del país se incluyen en la formulación colorantes naturales que sean absorbidos por el ave, lo cual se refleja en el color de su piel. Por ello es importante la selección de las condiciones de la evaluación del color de forma instrumental de este alimento que es considerado de alto consumo en México, para tener una evaluación objetiva de su calidad.

En la NMX-FF-080-SCFI-2006, se menciona que la coloración de la piel del pollo depende del alimento recibido en la granja y estos pueden ser clasificados de la siguiente forma:

- **Pollo pigmentado:** Canal proveniente de aves alimentadas con dietas suplementadas con pigmentos.
- **Pollo pintado:** Canal sometida a un sistema de pintado en la línea de procesamiento con pigmentos autorizados por la Secretaría de Salud.
- **Pollo blanco:** Canal proveniente de aves que no han sido alimentadas con dietas suplementadas con pigmentos o pintado en la planta de procesamiento. (NMX-FF-080, 2006).

Carne de Res

Este tipo de carne, que es la segunda de mayor consumo en México, también es afectada en su pigmentación por la mioglobina siendo esta responsable en un 90% del color de la carne (ya que la hemoglobina esta en menor proporción, casi nula, debido al sangrado de la canal), por lo que puede presentarse un color rojo brillante o rojo oscuro dependiendo del estado de oxidación de la mioglobina, además de que también se encuentra diferencia en color entre la carne fresca y la carne cocinada debido al calor, (Fennema, 1993). La cantidad de mioglobina varía considerablemente entre los diversos músculos y en ella influyen la especie, la edad, el sexo y la actividad física. (Fennema, 1995).

El componente cromóforo responsable de la absorción de la luz y del color es una porfirina denominada hemo y dentro del anillo de porfirina, en posición central existe un átomo de hierro formando un complejo con cuatro átomos de nitrógeno, (Fennema, 1995).

Se han realizado estudios del color en la carne de res con diferentes equipos; con el Colorímetro Minolta CR200 se determinaron los valores de los atributos cromáticos $L = 39.57$, $a = 15.76$ y $b = 3.07$, después de 24 horas postmortem en ganado bovino de Korea, (Kim, 2003). En otro estudio sobre carne de res se usó el equipo Colorimétrico Hunterlab Miniscan, con luz de día y 10° de observación, se determinó $L = 41.7$, $a = 20.7$ y $b = 21.1$, (Raes, 2003), y mientras tanto Barbut determinó los siguientes valores para las características cromáticas $L = 34.5$, $a = 18.5$ y $b = 8.7$, usando el colorímetro Minolta CM-1000, (Barbut, 2001).

En México se aceptan como colores de la carne de res fresca el rojo claro, rojo cereza y rojo oscuro, (NMX-FF-078, 2002), lo cual indica que los consumidores y proveedores prefieren estos tonos en la carne, siendo importantes ya que su calidad depende del color que presenten.

Carne de Cerdo

La apariencia de la carne es un importante atributo de calidad indispensable para su venta, el cambio de color tanto en el músculo como en la sangre (mioglobina y hemoglobina, respectivamente) determina el grado de frescura de la carne y la aceptación por parte del consumidor, ya que en carne fresca prefiere encontrar el color rojo intenso y brillante que se da debido a formación de oximioglobina en su estado nativo (Fe^{2+}), un color café, pardo o rojo mate en la carne cocinada, que aparece por efecto del calor que desnaturaliza a la mioglobina (Fe^{2+} y Fe^{3+}) y en los productos embutidos o curados el color rosa característico de estos, (James y James, 2002; Fennema, 1993). Aunque también se debe considerar que la carne de cerdo tiene menor cantidad de mioglobina en contraste con la carne de res.

El color en la carne esta determinado por la estructura física de esta al igual que de los cambios químicos que sufre después de la maduración, aunque también deben ser considerados factores como la especie, la edad, el sexo, el músculo, alimentación, etc. Con respecto a los cambios químicos la mioglobina es la principal causante de la coloración que presenta la carne, debido al estado de

oxidación en el que se encuentre, llevando al consumidor a especular el grado de frescura de esta, (James y James, 2002).

Estudios llevados a cabo por O'Sullivan y colaboradores, correlacionan los resultados obtenidos por un panel entrenado de jueces y un panel de jueces no entrenados. La evaluación se llevó a cabo en cerdos que fueron sometidos a distintas dietas, incluyendo en la formulación a la vitamina E, hierro y una mezcla de ambas, para observar los cambios de coloración en función del tiempo de almacenamiento, ya que ha sido mencionado antes que la variación del color depende del grado de oxidación de la mioglobina. Los resultados mostraron que se pueden determinar los cambios de pigmentación en la carne de cerdo de forma sensorial haciendo uso de jueces entrenados y no entrenados, siempre y cuando sea un producto familiar para el panel no entrenado, el trabajo arrojó valores de los atributos de color, sin embargo debido a la metodología sensorial seguida no pudieron ser correlacionados con los valores obtenidos con un colorímetro, (O'Sullivan et al., 2003).

En el 2001 se utilizó un colorímetro Minolta CM-1000, para evaluar color en carne de cerdo, obteniéndose los siguientes valores: $L = 44.9$, $a = 5.9$ y $b = 3$, (Barbut, 2001).

La carne puede presentar distintas características que determinan su calidad, pero también es posible observar en ella defectos como palidez, suavidad y exudación, defecto nombrado como "carne PSE" (pálida, suave y exudativa), que es percibido por el consumidor y por los productores de derivados de carne, y que tiene un impacto económico en la industria cárnica (Cheah, et al., 1998).

Un fenómeno parecido sucede con la carne dura, rígida o fibrosa que tiene alta susceptibilidad a la contaminación, esto lleva a la conclusión de que la carne de cerdo que no presente estas características es considerada de alta calidad.

Al incluir la evaluación instrumental de color dentro del análisis de la calidad de la carne de cerdo, se encuentran relacionados más características para definir las causas de los defectos, como es el caso del efecto de la degradación de las proteínas en el músculo, (Flores, et al., 2000), por lo que al llevar a cabo la evaluación de color se deben considerar aspectos como la temperatura, ya que afecta directamente a las proteínas y estas al color que presentan.

En la norma NMX-FF-081-SCFI-2003, se menciona que la evaluación de color en carne de cerdo se debe llevar a cabo en los músculos del costillar o en el lomo y que puede variar entre las tonalidades como el pálido, ligeramente rosa grisáceo, rosa, rojo claro y rojo oscuro, (NMX-FF-081, 2003).

1.8 NORMATIVIDAD DE LOS ALIMENTOS EN ESTUDIO

En México existen dos tipos de normas:

- Normas Oficiales Mexicanas (*NOM*, de carácter obligatorio)
- Normas Mexicanas (*NMX*, de carácter sugerido)

Para algunos de los alimentos en estudio se encontraron *NOM* y para otros sólo *NMX*, de las cuales sólo se analizó el apartado dedicado a lo sensorial, en caso de que lo mencione. A continuación se presentan los nombres de las normas y las especificaciones sensoriales para cada alimento, (Tabla No. 1.6).

Tabla No. 1.6. Datos de las normas mexicanas para Tortilla de maíz, Carne de Pollo, Cerdo y Res

Alimento	Tipo de Norma	Nombre de la Norma	Especificaciones sensoriales o de color
Tortilla	NOM	NOM-187-SSA1/SCFI-2002 , Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.	Con respecto a las tortillas, sólo se menciona en el apartado 10.1.1 que el envase y embalaje no deben afectar las características sensoriales, así como físicas y químicas.
	NMX	NMX-FF-034/1-SCFI-2002 , Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales- Parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado - Especificaciones y métodos de prueba.	Aunque se menciona que la masa obtenida del maíz nixtamalizado debe tener un color agradable sensorialmente, no se mencionan las características, que debe presentar tanto la masa como la tortilla.
Carne de Pollo	NMX	NMX-FF-080-1992 , Productos avícolas, Carne de Pollo en Engorda, en Canal. Clasificación.	En la sección 5.8.1 se menciona que en México se admiten dos colores, el blanco y el amarillo el cual debe ser uniforme y que el color de la piel no influye en el contenido de nutrientes para consumo humano. En la sección 6 se indica cual es la calidad del pollo con respecto a varias características, pero, para el color la clasificación es con respecto al tamaño del área que presente decoloración.
	NMX	NMX-FF-080-SCFI-2006 , Productos avícolas. Carne de Pollo de engorda en canal y en piezas. Clasificación. (Cancela a la NMX-FF-080-1992)	En el apartado 4.12 indica que la coloración en la piel se adquiere durante la alimentación del ave en la granja. Y que se lleva a cabo la clasificación del pollo tomando en cuenta distintos atributos en los que se incluyen el color de la piel, que dependiendo de su uniformidad se considera de mayor o menor calidad (Sección 6).

Tabla No. 1.6. Continuación

Alimento	Tipo de Norma	Nombre de la Norma	Especificaciones sensoriales o de color
Carne de cerdo	NMX	NMX-FF-081-SCFI-2003 , Productos pecuarios. Carne de porcino en canal. Calidad de la carne. Clasificación. (Cancela a la NMX-FF-081-1993-SCFI).	En la sección 5.2.1 menciona que el color en la carne de cerdo se debe apreciar en los músculos del costillar o en el lomo con tonalidades: pálido, ligeramente rosa grisáceo, rosa, rojo claro y rojo oscuro. En la sección 6.1.1 menciona la clasificación de las canales en dos aspectos cuantitativos y cualitativos y en este último se incluye el color ligeramente rosado a rojo claro, en la sección 6.3 se menciona que es causa de rechazo de la carne el color ligeramente rosa a rojo claro y rojo oscuro y aceptable de color pálido a rosa grisáceo.
Carne de Res	NMX	NMX-FF-078-SCFI-2002 , Productos pecuarios. Carne de Bovino en canal. Clasificación. (Cancela a la NMX-FF-078-1991)	En la sección 3.12 que el color en la carne es la coloración de las fibras musculares, presentándose en diferentes tonalidades como rojo, rojo claro, rojo cereza y rojo oscuro usando el sistema Pantone. Indica que la evaluación de color se lleva a cabo en la costilla o abdomen. En la sección 5 se indica que el color de la carne suprema es rojo cerezo (186C, Pantone), en la selecta es rojo cerezo (186C) a rojo intenso (1805, Pantone), en la estándar es rojo intenso (1805) a rojo oscuro (188C, Pantone) y en la comercial se acepta rojo oscuro (188C, Pantone).

Con respecto a las normas para mole y chiles secos no se encontró ninguna, ni aún en las normas sugeridas, por lo que no se tiene ningún parámetro normativo de comparación para estos alimentos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluación instrumental y sensorial de color en algunos alimentos tradicionales mexicanos (tortilla de maíz, mole y chiles secos) y carnes de alto consumo (pollo, cerdo y res).

Objetivos Particulares

- En base a los resultados de una encuesta de consumo, seleccionar los puntos de adquisición de las muestras, así como las piezas o tipos a evaluar.
- Seleccionar las condiciones óptimas de evaluación de color para cada uno de los alimentos en estudio (tortilla, carne de pollo, carne de cerdo, carne de res, mole y chiles secos).
- Evaluar productos comerciales para obtener un intervalo de color por tipo de alimento.
- Evaluación de las preferencias de los consumidores habituales de tortilla, chiles secos y mole, y carnes de alto consumo (pollo, res y cerdo) en base a su color.
- Relación entre la medida instrumental y sensorial de color.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología

2.1 Encuesta de consumo

Fueron aplicadas encuestas (Anexo I) sobre los alimentos en estudio (tortilla de maíz, chiles secos, mole, carne fresca de pollo, cerdo y res) a consumidores habituales (personas que al menos 1 vez por semana llevan a cabo la compra de los alimentos en estudio, y por tanto tienen el poder de decisión sobre la adquisición de los mismos), hombres y mujeres de diferentes edades y delegaciones del D. F. y habitantes del Estado de México; con el fin de conocer los puntos de adquisición, las piezas o los cortes de mayor consumo y así, en base a estos parámetros poder seleccionar las muestras en estudio.

Una vez recopiladas las encuestas de consumo, se realizó el tratamiento estadístico necesario para identificar los puntos de venta, de los alimentos en estudio, a los cuales recurría el consumidor, así como para determinar cuales eran los cortes de carne de mayor consumo. Con los datos obtenidos en base a la encuesta de consumo, se realizó la selección de las muestras que fueron evaluadas tanto en color de forma instrumental y en la prueba de preferencia.

2.2 Muestras

Tortilla de maíz

Las tortillas de maíz seleccionadas como muestras de análisis, fueron adquiridas en diferentes tortillerías, representando así a cada una de las 16 delegaciones del Distrito Federal. Cerciorándose de que en esos establecimientos las tortillas fueran

elaboradas con masa de maíz nixtamalizada y no con harina de maíz nixtamalizada. Los distintos puntos de venta se presentan en la Tabla No 2.1.

Tabla No. 2.1. Indicación de los diferentes puntos de venta de las tortillas de maíz.

Delegación	Colonia
Álvaro Obregón	Torres de Potrero
Azcapotzalco	El Rosario
Benito Juárez	Del Valle
Coyoacán	Copilco el Alto
Cuauhtemoc	Cuauhtemoc
Cuajimalpa	San José de los Cedros
Gustavo A. Madero	UCTM, El Risco
Iztapalapa	Leyes de reforma
Iztacalco	El Rodeo
Magdalena Contreras	Cuauhtemoc
Miguel Hidalgo	Tacubaya
Milpa Alta	Pueblo de San Antonio Tecómitl
Tláhuac	San Mateo Tláhuac
Tlálpán	Isidro Fabela
Venustiano Carranza	Magdalena Mixuca
Xochimilco	San Sebastián

Chiles secos

Debido a la poca información que actualmente se encuentra en la literatura, con respecto a las propiedades tanto físicas como químicas de los chiles secos, se llevó a cabo la evaluación instrumental de color en todos los tipos de chiles secos que fueron encontrados en los diferentes puntos de venta, de los cuales se presenta su nombre en la Tabla No. 2.2.

Tabla No. 2.2. Nombre de los chiles secos y lugar de venta

Nombre del Chile Seco	Lugar de Compra	Marca
Ancho	Bodega Aurrera	La Merced
Árbol	Bodega Aurrera	California
Chipotle meco	Bodega Aurrera	La Merced
Guajillo	Bodega Aurrera	La Merced
Pasilla	Bodega Aurrera	La Merced
Ancho	Central de Abasto	Granel
Árbol	Central de Abasto	Granel
Árbol japonés	Central de Abasto	Granel
Canica	Central de Abasto	Granel
Cascabel	Central de Abasto	Granel
Catarina	Central de Abasto	Granel
Chipotle meco	Central de Abasto	Granel
Chipotle rayado	Central de Abasto	Granel
Guajillo	Central de Abasto	Granel
Morita	Central de Abasto	Granel
Mulato	Central de Abasto	Granel
Pasilla	Central de Abasto	Granel
Pulla	Central de Abasto	Granel
Mora	Central de Abasto	Granel
Piquín	Central de Abasto	Granel
Ancho	Merced	Granel
Árbol	Merced	Granel
Árbol japonés	Merced	Granel
Canica	Merced	Granel
Cascabel	Merced	Granel
Catarina	Merced	Granel
Chipotle meco	Merced	Granel
Chipotle rayado	Merced	Granel
Costeño	Merced	Granel
Guajillo	Merced	Granel
Mora	Merced	Granel
Morita	Merced	Granel
Mulato	Merced	Granel
Pasilla	Merced	Granel
Pico de pájaro	Merced	Granel
Piquín	Merced	Granel
Pulla	Merced	Granel
Serrano	Merced	Granel
Ancho	Superama	San Lázaro
Árbol de Yahuálica	Superama	Valle verde
Chipotle meco	Superama	La Merced
Guajillo	Superama	San Lázaro
Morita	Superama	San Lázaro
Pasilla	Superama	San Lázaro

Mole

Para la evaluación de este producto se eligieron cuatro regiones de la República Mexicana como puntos de venta de mole (Tabla No. 2.3), debido a que son consideradas como típicas para la elaboración de este alimento, adquiriendo los moles representativos de cada una de estas regiones.

Tabla No. 2.3. Nombre de los moles representativos de cada región

Ciudad o Estado	Lugar de Adquisición	Mole
México, D. F.	Mercado de San Juan	Adobo
		Almendrado
		Pipian
Puebla	Mercado Central Puebla, Pue.	Mole poblano
		Mole poblano almendrado
Oaxaca	Mercado Central Oaxaca, Oax.	Coloradito
		Negro
		Rojo
México, D. F.	San Pedro Atócpán	Especial
		Rojo
		Verde

Carne de Pollo

Las piezas de carne de pollo utilizadas para llevar a cabo la evaluación de color de forma instrumental, fueron adquiridas en cuatro distintos puntos de venta, abarcando con estos, distintos niveles socioeconómicos debido al tipo de tienda y a la ubicación geográfica de estas (Tabla No. 2.4). Las piezas evaluadas pertenecían a un mismo pollo, es decir, que de un pollo entero se evaluaron 1

muslo, 1 pierna y la pechuga, de modo que se evaluaron piezas de 6 pollos diferentes en cada tienda.

Tabla No. 2.4. Carne de pollo procedencia y marca

Tienda	Ubicación geográfica	Producto	Marca
Bodega Aurrera	Cabeza de Juárez Del. Iztapalapa	Muslo	Bachoco
		Pechuga	
		Pierna	
Comercial Mexicana	Leyes de Reforma Del. Iztapalapa	Muslo	Pilgrim's Pride
		Pechuga	
		Pierna	
Superama	Del. Coyoacán	Muslo	Bachoco
		Pechuga	
		Pierna	
Wal Mart	Del. Coyoacán	Muslo	Bachoco
		Pechuga	
		Pierna	

Carne de Res

Para la carne de res se eligieron tres puntos de venta (Tabla No. 2.5), eligiendo los cortes más usados por los participantes de las encuestas de consumo, en este caso fueron la bola, falda y espaldilla, en la misma tienda se adquirieron para evaluación seis trozos de cada uno de los cortes antes mencionados, la carne estaba identificada como TIF.

Tabla No. 2.5. Carne de res, procedencia

Tienda	Ubicación geográfica	Corte
Bodega Aurrera	Cabeza de Juárez Del. Iztapalapa	Bola
		Falda
		Espaldilla
Superama	Del. Coyoacán	Bola
		Falda
		Espaldilla
Wal Mart	Del. Coyoacán	Bola
		Falda
		Espaldilla

Carne de Cerdo

En el caso de la carne de cerdo, se usaron cortes del mismo cerdo para llevar a cabo el análisis. Las muestras fueron adquiridas en tres distintos puntos de venta (Tabla No. 2.6), verificando que se tratara de cerdo mexicano en todos los casos.

Tabla No. 2.6. Carne de cerdo, procedencia

Tienda	Ubicación geográfica	Corte
Bodega Aurrera	Cabeza de Juárez Del. Iztapalapa	Lomo
		Maciza
		Milanesa
Superama	Del. Coyoacán	Lomo
		Maciza
		Milanesa
Wal Mart	Del. Coyoacán	Lomo
		Maciza
		Milanesa

2.3 Evaluación instrumental de color

El instrumento utilizado para llevar a cabo la evaluación de color en los alimentos de estudio fue el espectrofotómetro **Minolta CM-3600d**. Este instrumento permite la evaluación de color en dos modalidades como son el *% de Reflectancia* y *% de Transmitancia*, eligiéndose cualquiera de ellos de acuerdo al tipo de muestra a analizar. También es capaz de indicar los valores numéricos de los atributos del color en distintos sistemas como lo son el CIE L*a*b* y Hunter Lab.

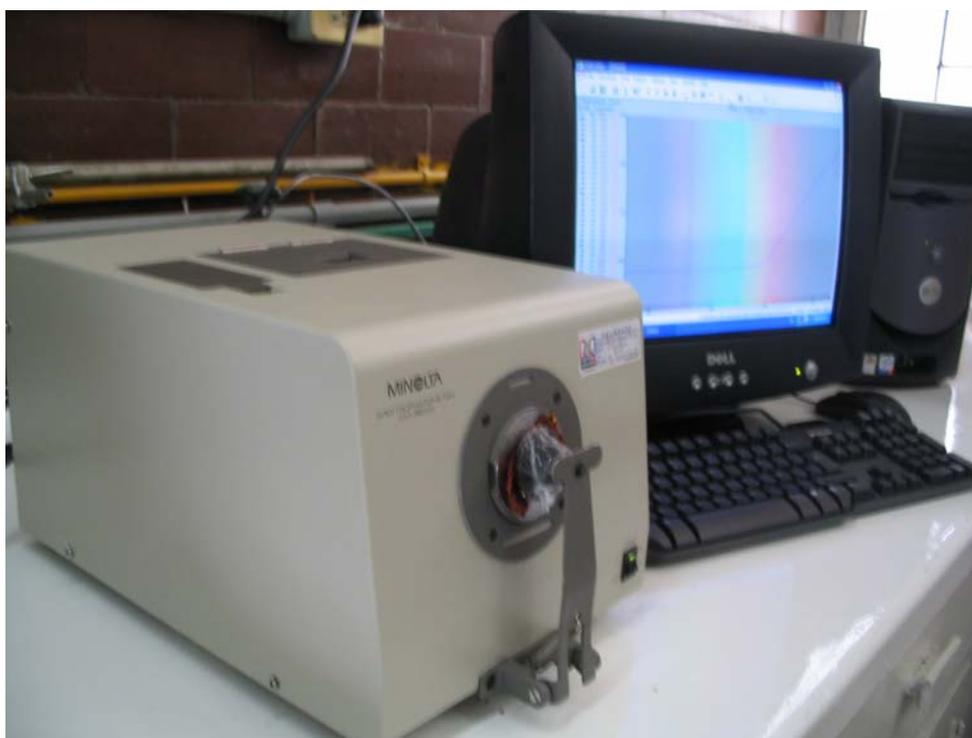


Figura 2.1. Instrumento de evaluación
Colorímetro Minolta CM-3600d

Tipo de análisis

Debido a que las muestras a analizar fueron clasificadas como cuerpos opacos, ya que no permiten el paso de la luz incidente sobre ellas, la evaluación de color se llevo a cabo en % de *Reflectancia* y con incidencia de luz solar o luz de día (D65) sobre la muestra. El reporte de los atributos del color se obtuvo en dos sistemas: CIE L*a*b* y Hunter Lab.

Condiciones de análisis

Antes de llevar a cabo cualquier evaluación, el instrumento es calibrado con un negro y un blanco (suministrados por el proveedor); dentro de la calibración se indica al equipo cuales son las condiciones de trabajo, que en el caso de la tortilla de maíz, carne de pollo, carne de cerdo, carne de res y mole fueron usadas las mismas (Tabla No. 2.7), debido a que el tamaño de las muestras, permitió que fueran evaluadas en estas condiciones. Y sólo en el caso de los chiles secos se llevó a cabo una modificación que consistió en el cambio del tamaño del lente, siendo usada para estos, el área de visión pequeña.

Tabla No. 2.7. Condiciones de análisis

Parámetro	Condición y/o Valor
No. de disparos o flashes	1
Estándar	Nulo
Energía UV	Incluida
Componente especular (SC)	Excluido
Lente o área de visión	Grande (Large: 25.4 mm) Pequeño (Small: 4 mm)
Iluminante	D65 (Luz de día, natural 6,500 K)
Detector	10°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*, Hunter Lab

El número de disparos fue sugerencia del proveedor debido al tipo de muestras en estudio y también porque 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 de los productos se realice con luz de día; el componente especular excluido (SCE), se seleccionó porque permite correlacionar la medida hecha por el ojo humano y el instrumento, por lo que este, al evaluar el color toma en cuenta el brillo y la textura (apariencia) de la muestra, lo que permite mayor discriminación por parte del equipo. El detector que funge como observador, está situado en todos los análisis en 10°, ya que el equipo así lo tiene ajustado. No se usó estándar en ninguna de las evaluaciones, debido a que no existen hasta el momento estudios o referencias en las cuales basarse.

Preparación y análisis de las muestras

Tortilla de maíz

Cada una de las tortillas analizadas se cortó en cuatro partes iguales (Figura 2.2 y 2.3), las cuales se identificaron con las letras a, b, c y d (en dirección de las manecillas del reloj), cada uno de los cuadrantes se colocaron en el área de visión (Figura 2.3), tanto del lado interno como el externo, para ser evaluados por separado, de modo que al final se realizó el promedio de los cuatro valores (provenientes de los cuatro cuadrantes) de los atributos de color de cada tortilla por ambos lados, obteniendo resultados tanto para la parte interior como la exterior por separado.

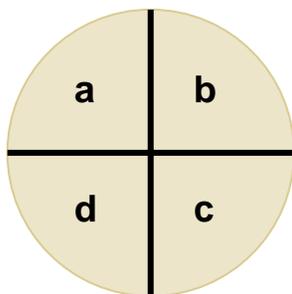


Figura 2.2. Esquema de la división en cuadrantes de la tortilla de maíz



Figura 2.3. Evaluación de color en tortilla de maíz
a. División de la tortilla en cuadrantes, b. Colocación de la muestra en el instrumento

Se realizaron 6 réplicas de las muestras, siguiendo las mismas condiciones de análisis para cada delegación participante, con el fin de encontrar las diferencias de color entre estas.

Chiles secos

El tamaño de los chiles secos no es homogéneo (Figura 2.4), por lo que para poder evaluar todas las muestras bajo las mismas condiciones de análisis se eligió el área de visión pequeña para todas las muestras.



Figura 2.4. *a, b.* Chiles secos usados para la evaluación instrumental de color

Fue necesario colocar el chile seco en el área de visión (Figura 2.5), evitando que se quebrara al momento del análisis, además se tuvo cuidado de colocarlo por la parte más uniforme para evitar que se evaluara aire en lugar de la muestra. Se realizaron 6 evaluaciones de color a lo largo de cada chile seco, y 6 réplicas de análisis para cada muestra.



Figura 2.5. Evaluación de la muestra de chile seco
a. Muestra de chile seco, b. Procedimiento de evaluación

Mole

Para la evaluación de color, fue usado mole en pasta, el cual presenta humedad y desprendimiento de grasa, razón por la cual fue necesario tomar una cantidad homogénea de pasta (20 g) y cubrirla con una película plástica transparente para realizar la evaluación, posteriormente esta muestra fue colocada en el área de visión para ser evaluada, previamente se revisó que no se formaran burbujas de aire que interfirieran con la evaluación. Se realizaron 6 replicas para cada muestra en las mismas condiciones de análisis.

Carne de Pollo, Res y Cerdo

Para llevar a cabo la evaluación de color en la carne, fue necesario cubrir con una película plástica transparente las piezas o los cortes (evitando la presencia de burbujas de aire), esto para proteger al equipo. La evaluación de color se llevó a cabo a una temperatura de 4°C debido a que es la temperatura de exhibición al momento de la compra. En el caso de la carne de pollo se evaluó la pieza con piel y sin piel (Figura 2.6).

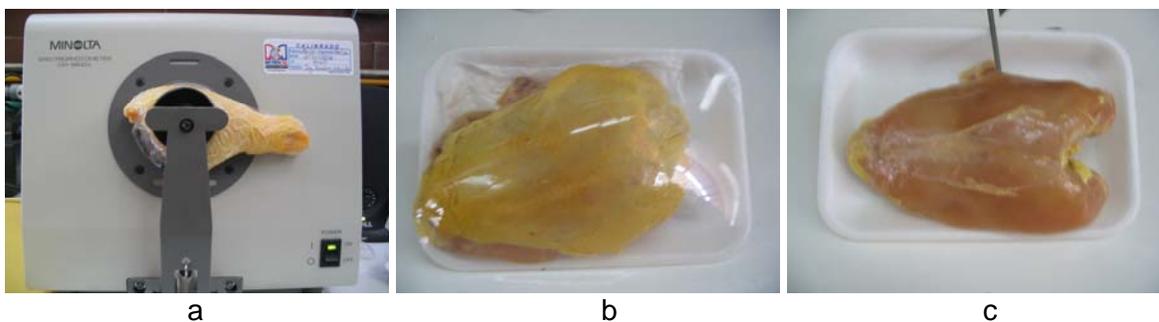


Figura 2. 6. Evaluación de color instrumental en carne de pollo fresca
a. Forma de colocación en el instrumento de medida, **b.** Pollo con piel, **c.** Pollo sin piel

En el caso de la carne de cerdo y res (Figura 2.7), se evaluaron las piezas o cortes pertenecientes a un mismo animal, removiendo la grasa que pudiera estar pegada al músculo para evitar errores o interferencias en la evaluación de color de la carne.



Figura 2. 7. Evaluación de color instrumental en carne de cerdo fresca
a. Muestra de carne de cerdo, **b.** Forma de colocación en el instrumento de medida

Se llevó a cabo la evaluación de color en 6 puntos diferentes a lo largo de cada pieza o corte de carne. De los datos obtenidos, se realizó el *promedio* que representaba a *una* sola pieza. Este mismo procedimiento se siguió para cada corte o pieza evaluada de forma instrumental.

2.4 Prueba de preferencia

La prueba de preferencia, se llevó a cabo fuera de las instalaciones de la Tienda UNAM, C.U., los formatos de los cuestionarios utilizados para la realización de esta prueba se presentan en el Anexo II, donde se hace mención del número de muestras que fueron presentadas al consumidor participante. En la Tabla 2.8 se

enlista la relación del tipo de muestras que se usaron así como las claves de identificación.

Tabla No. 2.8. Muestras y claves usadas para la prueba de preferencia

Alimento	Muestra	Clave
Tortilla de Maíz	Álvaro Obregón	462
	Iztapalapa	257
	Iztacalco	964
	Magdalena Contreras	483
	Venustiano Carranza	716
Carne de Pollo	Bodega Aurrera	737
	Comercial Mexicana	941
	Superama	386
	Wal Mart	453
Carne de Cerdo	Bodega Aurrera	812
	Superama	654
	Wal Mart	111
Carne de Res	Bodega Aurrera	622
	Superama	277
	Wal Mart	657
Mole Rojo	Almendrado, Mercado de San Juan	721
	Especial, Atocpan	821
	Pipian, Mercado de San Juan	024
	Poblano, Puebla	117
	Rojo, Oaxaca	536
Mole Verde	Atocpan	573
	Don Pancho	125
	Mercado de San Juan	908
Chile Ancho	Bodega Aurrera	419
	Central de Abasto	278
	Merced	365
	Superama	379
Chile de Árbol	Bodega Aurrera	875
	Central de Abasto	363
	Merced	544
	Superama	268
Chile Guajillo	Bodega Aurrera	954
	Central de Abasto	763
	Merced	678
	Superama	231

En general, en los cuestionarios se pidió al consumidor que ordenara las muestras según su preferencia con respecto al color, es decir, la evaluación de las mismas fue visual, (Figura 2.8).

Se incluyó una pregunta haciendo referencia a los atributos del color identificados por el consumidor como son el tono, la intensidad y la uniformidad, para conocer con más precisión el motivo de su elección, (Meilgard, 1999).

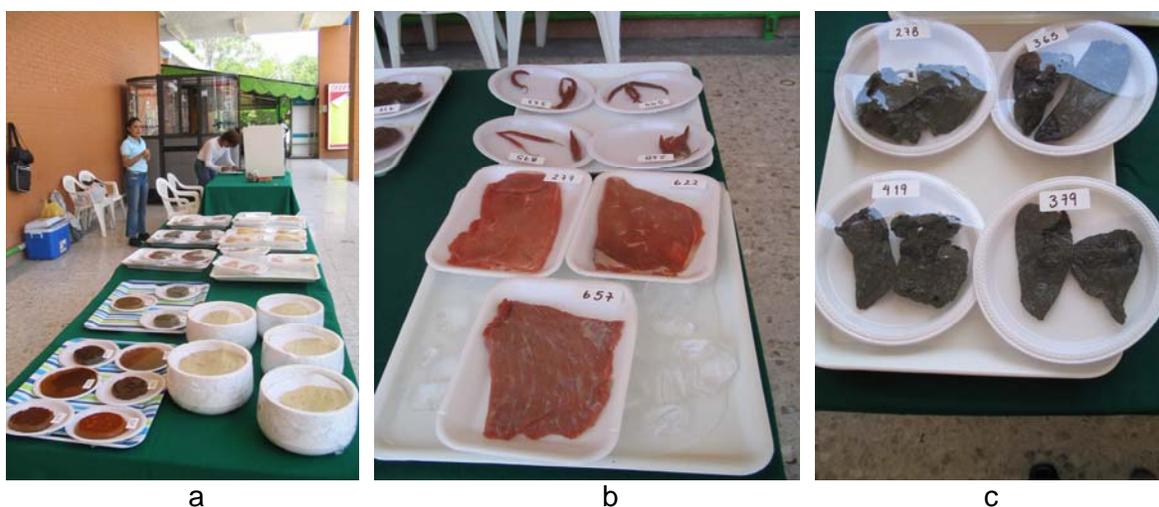


Figura 2.8. a, b y c Muestras presentadas al consumidor en la prueba de preferencia

En esta prueba participaron 100 consumidores habituales, es decir, personas que realizan la compra de los alimentos regularmente, (Figura 2.9).



Figura 2.9. a, b Prueba de preferencia aplicada a consumidores habituales

2.5 Tratamiento Estadístico de los Datos

Algunas de las preguntas en la Encuesta de Consumo y en la Prueba de Preferencia pidieron a las personas participantes *ordenar* las muestras según su *preferencia*, otorgando el primer lugar a la muestra más preferida, el segundo lugar a la siguiente muestra preferida, el tercer lugar a la siguiente muestra preferida después de la segunda, etc.

Al llevar a cabo el análisis estadístico de los datos obtenidos de la ordenación, se realizó un ajuste de los mismos, ponderando el valor de las preferencias, por ejemplo en la prueba de preferencia de tortilla de maíz, se otorgó el valor 5 al primer lugar, 4 al 2º, 3 al 3º y así sucesivamente. Este ajuste se realizó para poder mostrar de manera clara el resultado de las preferencias.

El ejemplo del **ajuste de datos** se muestra en el Anexo III.

Las pruebas estadísticas que se usaron para determinar la diferencia entre las características de importancia tanto en la **encuesta de consumo** y en la **prueba de preferencia** fueron Friedman (análogo de Análisis de Rangos) y LSRD (Least Significant Differences Ranks, $p < 0.05$), (Lawless, 1998). **Friedman** es una prueba estadística para datos no paramétricos, la cual indica si hay diferencia estadísticamente significativa entre las categorías de la ordenación.

Si se determinaba que existía diferencia estadísticamente significativa, entonces se aplicaba la prueba LSRD para determinar entre cuales categorías existía esta, con el fin de determinar cuales son las características de mayor importancia para el consumidor. El ejemplo matemático de cálculo para estas pruebas se presenta en el Anexo III.

Los resultados de la *evaluación instrumental* fueron analizados estadísticamente con las pruebas de ANOVA (“Análisis de Varianza”) y DMS (Diferencia Mínima Significativa), con un nivel de significancia de $p < 0.01$, por tratarse de una evaluación instrumental; que permitieron determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los atributos instrumentales de color evaluados en las muestras.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados y discusión

3.1 ENCUESTAS DE CONSUMO

Las encuestas fueron aplicadas a consumidores habituales (personas que al menos 1 vez por semana llevan a cabo la compra de los alimentos en estudio, y por tanto tienen el poder de decisión sobre la adquisición de los mismos). Aunque fueron aplicados 145 cuestionarios sólo se seleccionaron los que fueron llenados en su totalidad, (Tabla No. 3.1).

Tabla No. 3.1. Datos generales sobre encuestas de consumo

Muestra	No. de Cuestionarios	Intervalo de Edad de los Participantes (años)	Sexo de participantes los (%)		Ubicación geográfica de los participantes (%)	
			F	M	D.F.	Edo. de Méx.
Tortilla de maíz	95	19-65	97	3	93	7
Chiles secos	95	19-65	96	4	93	7
Mole	90	19-90	93	7	80	20
Carne de Pollo	97	21-84	97	3	93	7
Carne de Res	90	19-90	93	7	80	20
Carne de Cerdo	97	19-84	98	2	93	7

Los resultados de los cuestionarios aplicados se muestran a continuación, divididos en secciones para cada alimento en estudio.

Tortilla de maíz

Las tortillas de maíz son consumidas todos los días por el 64% de la población participante, esto en el horario de comida según el 66% de las personas encuestadas, que llegan a consumirlas como acompañante de alimentos, quesadillas, tacos, etc., mencionando que el 86% de los encuestados las adquieren en la tortillería de su colonia. Existe una relación entre el color que presentan las tortillas y lo que piensa el consumidor, lo cual es presentado en la Tabla No. 3.2, en donde se puede observar que el color blanco, color crema, claro y amarillo son asociados características deseables de la tortilla como natural, sabrosa, fresca, etc., en su mayoría, lo cual concuerda con los colores mencionados como **preferidos** en las tortillas, siendo estos el **blanco** y el **amarillo**, sin embargo para los colores oscuro, café y verdusco o verdoso se obtienen asociaciones indeseables para el consumidor como son contaminada, descompuesta, vieja, etc.

Tabla No. 3.2. Asociación de descriptores con el color que presentan las tortillas

Color	Descriptores con que asocian el color (%)		
Blanco	<i>Fresca</i> 23 <i>Natural</i> 15 <i>Sabrosa</i> 14 Delgada 11.4 Nutritiva 9 Seca 7.5	Contaminada 4 Con Cal 2.5 Cruda 2.5 Descompuesta 2.5 Harina (maseca) 2.5 Buena 1	Con aditivos 1 Insípida 1 No es maíz 1 Suave 1 Vieja 1
Color Crema	<i>Fresca</i> 26 <i>Natural</i> 24.7 <i>Sabrosa</i> 10.4 Nutritiva 7.8 Delgada 6.5	Buena 5.2 Seca 3.9 Vieja 3.9 Contaminada 2.6 Cruda 2.6	Maíz 2.6 Con Cal 1.3 Buen estado 1.3 Amarillo 1.3
Claro	<i>Delgada</i> 23 <i>Natural</i> 16 <i>Frescas</i> 15.6 Nutritiva 12 Seca 11	<i>Sabrosa</i> 8.4 Cruda 6 Descompuesta 2.4 Buen sabor 1.2 Buena 1.2	Con Cal 1.2 Maíz 1.2 No naturales 1.2
Amarillo	<i>Sabrosa</i> 23 <i>Fresca</i> 13.3 <i>Natural</i> 13.3 <i>Nutritiva</i> 12	Seca 11 Exceso de cal 8.5 Vieja 8.4 Contaminada 4.8	Delgada 2.4 Buena 1.2 Descompuesta 1.2 Dura 1.2
Oscura	<i>Vieja</i> 30 <i>Contaminada</i> 27 <i>Descompuesta</i> 17.6 <i>Seca</i> 16.2	Maíz azul 2.7 Insaboras 1.4 Naturales 1.4 Nutritivas 1.4	Podrida 1.4 Maíz sucio 1.4
Café	<i>Contaminada</i> 37.3 <i>Vieja</i> 28.4 <i>Descompuesta</i> 10.8	<i>Seca</i> 10.8 Quemada 6.8 Sabrosas 2.7	Fea 1.4 Delgada 1.4 Puras 1.4
Verdusca	<i>Descompuesta</i> 71.5 <i>Contaminada</i> 15.5 <i>Con moho</i> 7.1	Vieja 2.4 Le ponen color 1.2	No sirve 1.2 Podrida 1.2

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

Con respecto a las características de mayor importancia al momento de la compra, se encontró que para el consumidor la apariencia, el color, la textura y el aroma son los atributos más importantes, seguidos del sabor, grosor y tamaño (Gráfico 3.1), siendo menos importantes características como la cercanía del lugar de

venta, la disponibilidad y el precio (considerando que este último es regulado por el gobierno).

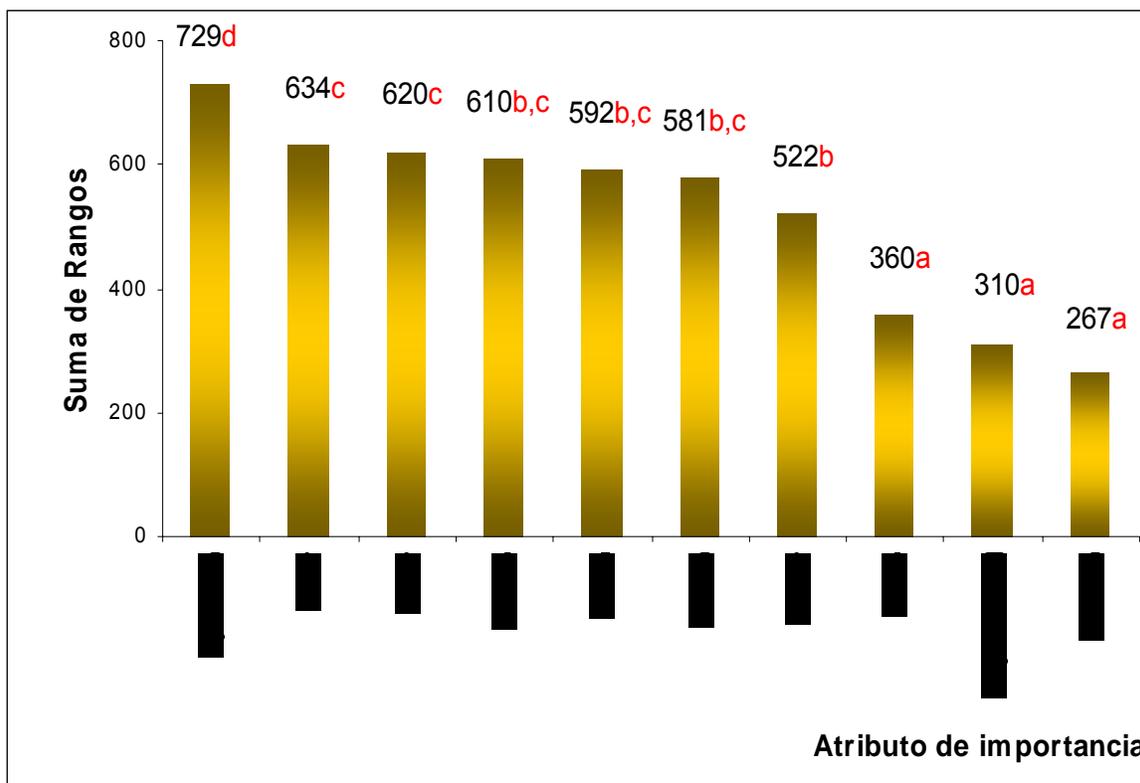


Gráfico 3.1. Características más importantes al momento de la compra de tortilla de maíz
* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar.
a, b, c, d = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=95$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Chiles secos

En el caso de los chiles secos se observó, que la frecuencia de consumo es de 1 a 2 veces por mes en el 39% de las personas encuestadas, pero también en un 40% son consumidos de una a dos veces por semana, adquiriéndolos casi el 60% de los participantes, en el mercado de la colonia donde habitan, de los cuales el 80% los compra a granel. Comúnmente se usan para preparar platillos o salsas, prefiriendo el color rojo o guinda oscuro en la mayoría de los casos. Con respecto a la asociación de palabras, que realizaron del color presente en el chile seco, se observó que algunas personas tienen definido el color que deben tener algunos chiles secos, como es el caso del chile pasilla, de árbol y el guajillo que esperan que sean de color negro, guinda y rojo, respectivamente, el color claro en un chile seco esta asociado a humedad o a que esta viejo, debido a que el chile fresco es más claro en color que el chile seco; los colores rojo y guinda también se relacionaron con humedad o frescura, pero además con una mayor pungencia en el chile, (Tabla No. 3.3).

Tabla No. 3.3. Asociación de descriptores con el color que presentan los chiles secos

Color	Descriptor asociado con el color (%)	
Claro	<i>No tan seco</i> 37 <i>Viejo</i> 19.1 <i>Contaminado por plaga</i> 8.2 <i>Podrido</i> 8.2 Fresco 5.5 Seco 5.5	No tan viejo 4.1 Descompuesto 2.7 Buen estado 2.7 Picante 2.7 Se esta secando 2.7 Descolorido 1.4
Rojo	<i>Picante</i> 55 <i>Esta bueno</i> 12.3 <i>No tan seco</i> 10.95 Fresco 9.6 Guajillo 2.73 Seco 2.7	Maduro 1.4 Muy bueno 1.4 Muy picante 1.4 Regular 1.4 Viejo 1.4
Guinda	<i>Picante</i> 31.8 <i>No tan seco</i> 18.2 <i>Viejo</i> 12.12 Bueno 9 Fresco 7.5 De árbol 3 Podrido 3 Con plaga 1.5 Contaminado 1.5	Guajillo 1.5 Inmaduro 1.5 Limpio 1.5 No podrido 1.5 No picante 1.5 No tan viejo 1.5 Seco 1.5 Requemado 1.5
Negro	<i>Viejo</i> 25 <i>Podrido</i> 20.8 <i>Picante</i> 12.5 No tan seco 9.7 Bueno 5.5 Pasilla 5.5 Echado a perder 4.1 Contaminado 2.77	Fresco 2.55 Con plaga 1.4 Muy picante 1.4 Muy seco 1.4 Natural 1.4 Sabroso 1.4 Sin sabor 1.4
Oscuro	<i>Viejo</i> 33 <i>Picante</i> 23 <i>Podrido</i> 17.1 Contaminado 7.14 Seco 7.14	Bueno 5.7 No tan seco 2.8 Sin sabor 1.4 Muy bueno 1.4 Quemado 1.4
Con decoloraciones	<i>Contaminado por plaga</i> 31 <i>Viejo</i> 24.1 <i>Podrido</i> 19.5 Contaminado 12.6 No tan seco 5.7	Con plaga 2.3 Casi podrido 1.15 No sirve 1.15 Picante 1.15 Plaga 1.15

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

Si un chile seco es presentado negro es asociado con palabras como podrido, viejo y picante; el que presente decoloraciones se asoció con contaminación por plaga.

Las características que el consumidor consideró importantes al momento de la compra de chiles secos son la apariencia y el color, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellas, le siguen el tamaño, la textura, el aroma, sabor, picor y brillo, siendo las últimas en importancia el precio, la disponibilidad y la cercanía del lugar de venta, (Gráfico 3.2).

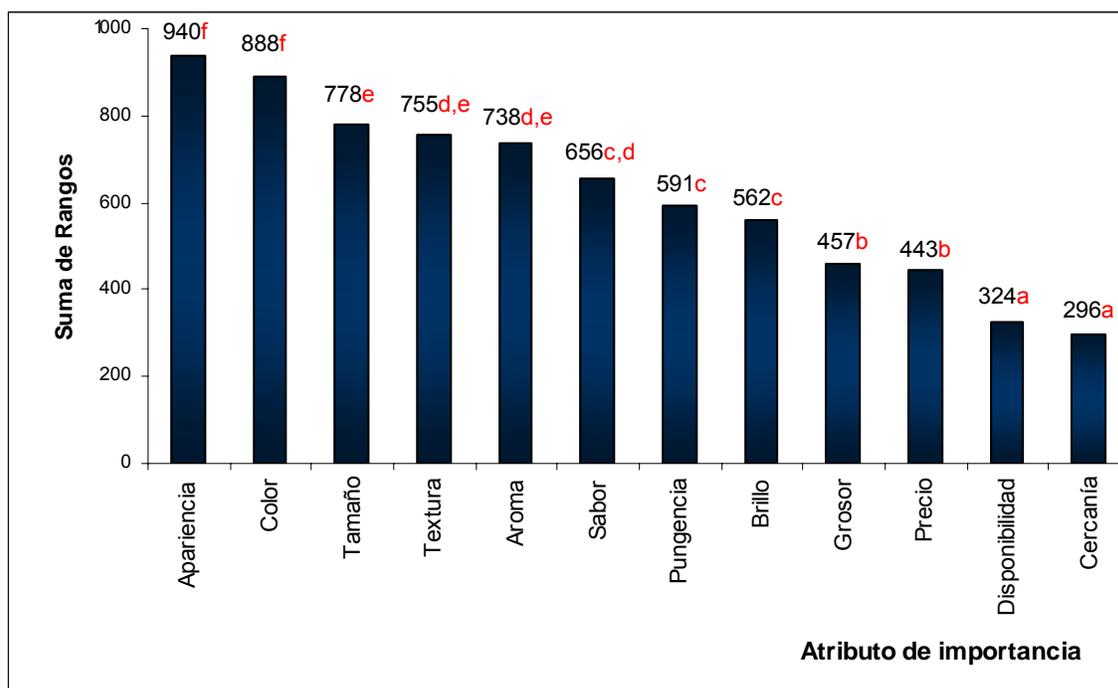


Gráfico 3.2. Características de importancia al momento de la compra de chiles secos

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar.

a, b, c, d, e, f = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=95$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Los chiles secos que más **gustaron** a las personas encuestadas, fueron el guajillo, ancho, árbol, chipotle, pasilla y morita, seguidos de piquín, cascabel, mulato y pulla, pero los chiles secos más **consumidos** fueron el guajillo, ancho y árbol, no presentando diferencia estadísticamente significativa entre ellos, (Gráfico 3.3).

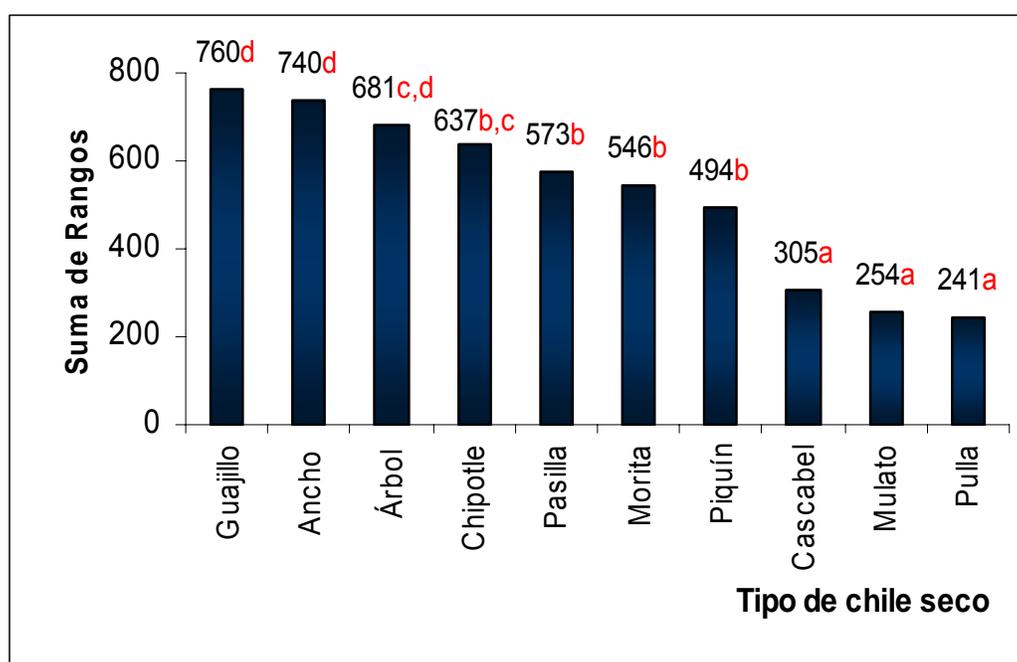


Gráfico 3.3. Chiles secos de mayor consumo

* El chile seco con mayor frecuencia es el que el consumidor eligió más veces en primer lugar.
a, b, c, d = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa n=95, ($p < 0.05$), usando LSRD.

Mole

La frecuencia de consumo, de este típico alimento mexicano, es de menos de 1 vez por mes, de acuerdo a lo reportado por el 68% de los participantes; indicando el 40% de la población que es adquirido en el mercado de la colonia donde habitan, aunque también se adquiere en el supermercado o en pueblos, indicando el 79% de las personas que se compra a granel, de ellas sólo el 56% conoce el lugar de procedencia del mole e indicaron que prefieren comprarlo allí principalmente por el sabor y la confianza; el 11% de los participantes mencionó que lo prepara en casa. El mole es preparado en diversos platillos como son con carne de pollo, en enchiladas, con romeritos, etc. Al pedir al consumidor que realizará la asociación de palabras con el color que presenta el mole rojo (Tabla No. 3.4) se encontró que un color claro está relacionado con baja pungencia y con características como insípido, viejo o que está podrido.

Tabla No. 3.4. Asociación de descriptores con el color que presenta el mole rojo

Color	Descriptores que se asocian al color (%)		
Claro	<i>Viejo</i> 20.3 <i>No muy picante</i> 15 <i>No tan seco</i> 8.7 Podrido 7.3 Contaminado 6 Insípido 6 Sin sabor 5.8	Le falta chile 4.5 Picante 4.5 Fresco 2.9 No es mole 2.9 No le gusta 2.9 Opaco 2.9 Desabrido 1.5	Dulce 1.5 Faltan ingredientes 1.5 No esta bien condimentado 1.5 No muy fresco 1.5 Sabor débil 1.5 Seco 1.5 Sin textura 1.5
Rojo	<i>Picante</i> 40 <i>Bueno</i> 19 <i>Fresco</i> 15	No tan seco 12.4 Sabroso 8.2 Es otra cosa 1.4	Esta bien condimentado 1.4 Excelente 1.4 Natural 1.4
Guinda	<i>Picante</i> 26 <i>No tan seco</i> 20 <i>Viejo</i> 13 Bueno 7 Podrido 5.7 Rico 4.3	Contaminado 2.8 Demasiados chiles 2.8 No es de su agrado 2.8 No es mole 2.8 No muy seco 2.8 Esta bien condimentado 1.5	Fresco 1.5 Natural 1.5 No tan picoso 1.5 Pipian 1.5 Se doró mucho el chile 1.5 Tiene pintura 1.5
Negro	<i>Viejo</i> 31.2 <i>Podrido</i> 17 <i>Picante</i> 15.6 Contaminado 10.4 No tan seco 6.5 Rico 5.2	Seco 2.6 Bueno 1.3 Descompuesto 1.3 Dulce 1.3 Esta bien condimentado 1.3	Fresco 1.3 Mole 1.3 Muchas especias 1.3 No es mole rojo 1.3 Sabe feo 1.3
Oscuro	<i>Viejo</i> 22.4 <i>Picante</i> 18.5 <i>Podrido</i> 15.8 Contaminado 10.5 Seco 6.6 Bueno 5.3 Fresco 2.6	No tan picante 2.6 No tan seco 2.6 Adulterado 1.3 Amargoso 1.3 Color normal 1.3 Colorante artificial 1.3	Con mucho sabor 1.3 Con plaga 1.3 Esta concentrado 1.3 Mole 1.3 Blanquecino 1.3 Recocido 1.3
Con decoloraciones	<i>Contaminado</i> 45.1 <i>Podrido</i> 28 <i>Viejo</i> 11	Descompuesto 9.8 No bien molido 2.4 Le faltan ingredientes 1.2	Mal mezclado 1.2 No esta bien preparado 1.2

*Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color*

En cambio el color rojo es considerado bueno, fresco y picante; si el mole llegara a presentar decoloraciones, ser negro u oscuro es considerado contaminado, viejo, podrido y descompuesto

En el caso del mole negro (Tabla No. 3.5), los colores negro y oscuro son relacionados con características como picante, bueno y sabroso, en cambio para

los que presenten decoloraciones o puntos blancos se asociaron con descomposición, contaminación y podrido.

Tabla No. 3.5. Asociación de descriptores con el color que presenta el mole negro

Color	Descriptor asociado al color (%)	
Negro	<i>Picante</i> 28.2 <i>Bueno</i> 25.3 <i>Fresco</i> 12.7 <i>No tan seco</i> 11.3 Sabroso 8.5 Apetitoso 1.4 Casero 1.4 Con más ingredientes 1.4	Muy condimentado 1.4 No se antoja 1.4 Sabe feo 1.4 Sano 1.4 Natural 1.4 Si lo compra 1.4 Viejo 1.4
Oscuro	<i>Picante</i> 32 <i>No tan seco</i> 14.5 <i>Viejo</i> 14.5 <i>Seco</i> 8.7 Fresco 5.8 Bueno 4.4 Negro 4.3 Contaminado 2.9 Color normal 1.45	Faltan ingrediente 1.45 Mal sabor 1.45 Mucho color 1.45 No es bueno 1.45 Amargo 1.45 Nutritivo 1.45 Poco picante 1.45 Si lo compro 1.45
Con puntos blancos	<i>Contaminado</i> 38 <i>Podrido</i> 34.1 <i>Descomposición</i> 11.4 Viejo 5 Contaminado por plaga 2.5 Con hongos 2.5	Ajonjolí 1.3 Desconfianza 1.3 Mala apariencia 1.3 No tan seco 1.3 Mal sabor y olor 1.3
Con decoloraciones	<i>Contaminado</i> 32 <i>Podrido</i> 26.6 <i>Viejo</i> 18.6 <i>Descompuesto</i> 10.6 Desconfianza 4	Con hongos 2.6 Mala apariencia 1.3 No tan seco 1.3 Seco 1.3 Sobran ingredientes 1.3

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

Para el mole verde (Tabla No. 3.6), el consumidor asocia el color verde claro con mediana humedad, que es fresco, que le faltan ingredientes y que es picante, si el color es oscuro se relaciona con que es picante y viejo, sin embargo si presenta puntos negro o decoloraciones es asociado con que esta contaminado, podrido y viejo.

Tabla No. 3.6. Asociación de descriptores con el color que presenta el mole verde

Color	Descriptor asociado al color (%)	
Verde claro	<i>No tan seco</i> 17.1 <i>Picante</i> 14.5 <i>Faltan ingredientes</i> 11.8 <i>Fresco</i> 10.5 Sabroso 7.9 Viejo 7.9 Bueno 6.6 No tan picante 5.3 Insípido 2.6 Reciente 2.6	Bien condimentado 1.3 Buena apariencia 1.3 Contaminado 1.3 Muy diluido 1.3 No le gusta 1.3 Nutritivo 1.3 Podrido 1.3 Echado a perder 1.3 Seco 1.3 Sin textura 1.3
Oscuro	<i>Viejo</i> 29.3 <i>Picante</i> 24 <i>Podrido</i> 8 Contaminado 4 Demasiada pepita 4 Exceso de condimentos 4 No tan seco 4 Bueno 2.6 Descompuesto 2.6 Muy sazonado 2.6	No suficientes ingredientes 2.6 Cenizo 1.3 Pepitas feas 1.3 Grasoso 1.3 Mal sabor 1.3 Muy concentrado 1.3 Sabroso 1.3 Se quemo 1.3 Seco 1.3 Fresco 0.3
Con puntos negros	<i>Contaminado</i> 43 <i>Podrido</i> 30.5 <i>Descompuesto</i> 14 Viejo 2.8 Mucha grasa 2.7	Con especias 1.4 No bien homogenizado 1.4 No tan seco 1.4 Picante 1.4 Se quemo 1.4
Con decoloraciones	<i>Contaminado</i> 33 <i>Podrido</i> 28 <i>Viejo</i> 19.5 Descompuesto 8.5	No lo hicieron bien 3.7 No tan seco 3.7 Faltaron ingredientes 2.4 Húmedo 1.2

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

De las características de mayor importancia para el consumidor al momento de la compra están la apariencia, el aroma, sabor y color no presentando diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p < 0.05$), seguidos de textura, picante, disponibilidad, cercanía, brillo y precio, (Gráfico 3.4).

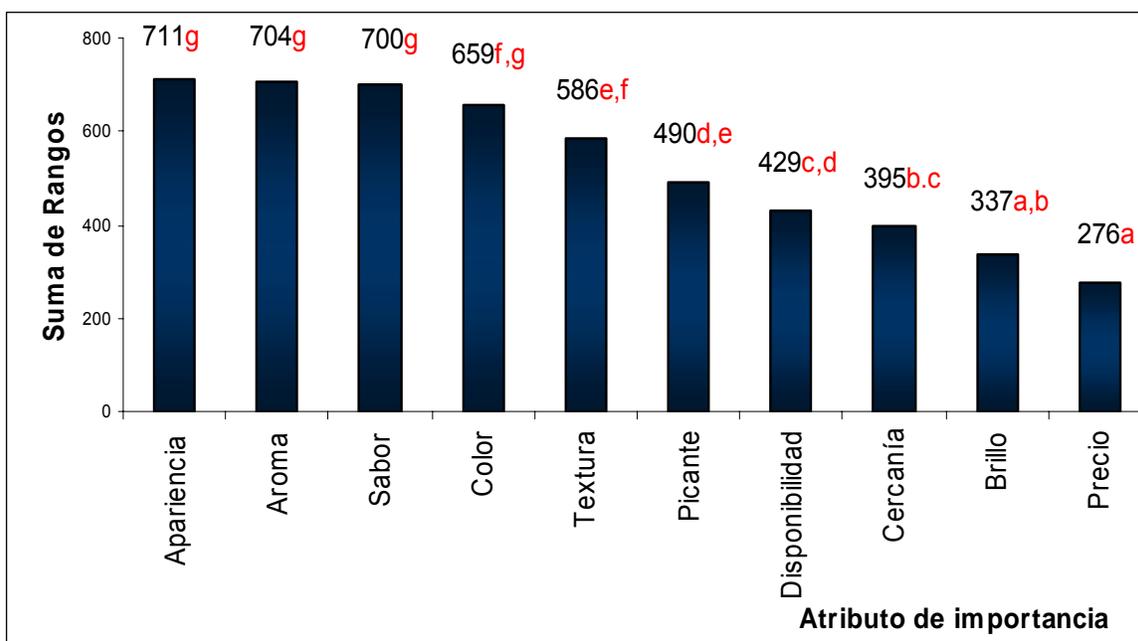


Gráfico 3.4. Características de mayor importancia al momento de la compra de mole

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar. a, b, c, d, e, f, g = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=90$, ($p<0.05$), usando LSRD.

De los tipos de mole que le **gustan** al consumidor esta el rojo (que presenta diferencia estadísticamente significativa con las otras muestras, con nivel de significancia del 5%), seguida del especial, verde, negro pipian y coloradito. Los tipos de mole más **consumidos** guardan la misma tendencia con respecto a los que más gustan al consumidor, (Gráfico 3.5).

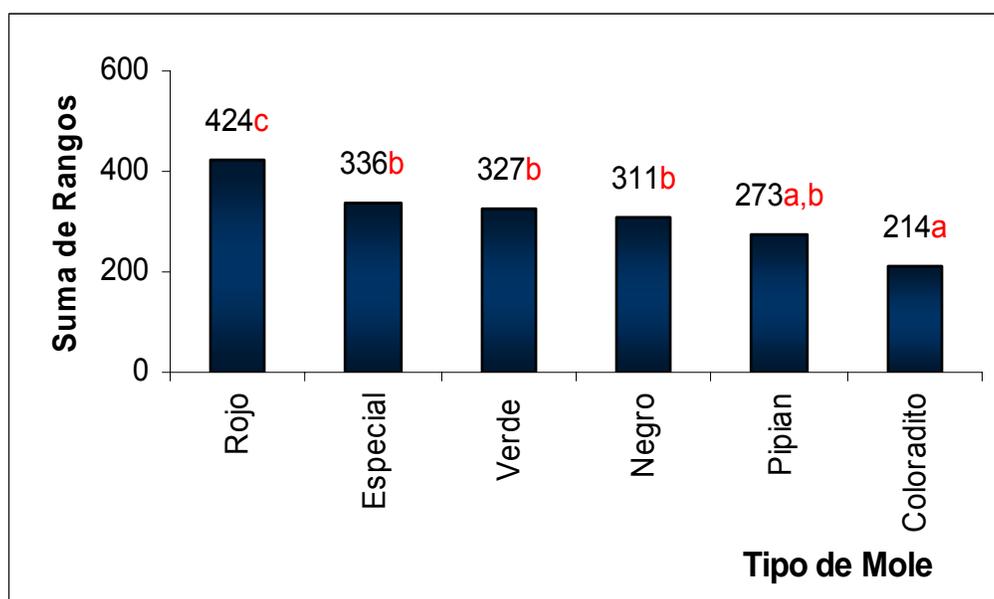


Gráfico 3.5. Tipos de mole más consumidos

* El mole con mayor frecuencia es el que el consumidor eligió más veces en primer lugar.
a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n= 90$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Carne de Pollo

El consumo de la carne de pollo, según el 58% de la población encuestada, es de más de una vez por semana, siendo el horario usual de consumo el de la comida indicado por el 91% de los participantes, de los cuales el 86% remueve la piel para comerlo en guisados, cocido, frito, rostisado, etc., el 45% de los participantes adquiere la carne en el mercado de su colonia y el 41% en locales como las pollerías, evaluando el 54% de los consumidores el color del pollo en la piel, siendo el color amarillo el preferido por el 48.5% de la población encuestada.

Al pedir que se realizará la asociación de palabras con el color que presenta la carne de pollo se obtuvo que, de los colores crema, claro y amarillo en su mayoría se asocian a características deseables en el pollo como son fresca, jugosa, pollo bien alimentado, nutritiva, etc., (Tabla No. 3.7).

Tabla No. 3.7. Asociación de descriptores con el color que presenta la carne de pollo

Color	Descriptores con que asocian el color (%)	
Blanco	<i>Pollo mal alimentado</i> 24 <i>Fresca</i> 22 <i>Viejo</i> 14.3 <i>Pollo bien alimentado</i> 10.4 Congelada 3.4 Contaminada 3.4 Jugosa 3.4 Buen Estado 2.6 Pollo de leche 2.6 Buena 1.3	Descompuesta 1.3 Esta bien 1.3 Limpia 1.3 Mala calidad 1.3 Muy refrigerada 1.3 No fresca 1.3 Pollo matado en casa 1.3 Sin sabor 1.3 Es de un día anterior 1.3
Color crema	<i>Fresco</i> 35.1 <i>Pollo bien alimentado</i> 16.2 <i>Buen sabor</i> 13.3 <i>Jugosa</i> 12.16 Pollo mal alimentado 8.1 Nutritiva 8 Bien alimentado 4	Vieja 4 Buen estado 2.7 Congelado 2.4 Descomposición 2.4 Casi descompuesto 1.3 Grasoso 1.3
Claro	<i>Fresca</i> 27.3 <i>Jugosa</i> 17 <i>Pollo mal alimentado</i> 14.3 <i>Pollo bien alimentado</i> 10.4 Vieja 9 Nutritiva 6.5 Limpia 3.9 Congelado 2.6	Condiciones inadecuadas 1.3 Contaminado 1.3 Descompuesto 1.3 Golpeada 1.3 Seco 1.3 Semicongelado 1.3 De un día anterior 1.3
Amarillo	<i>Fresca</i> 33.7 <i>Pollo bien alimentado</i> 16.9 <i>Vieja</i> 9.7 <i>Nutritiva</i> 9.6 Pollo mal alimentado 8.4 Con adición de pigmentos y colorantes 7.2 <i>Jugosa</i> 4.8	Descompuesta 2.4 Alimentación del pollo 1.2 Alimentación con Cemapasúchil 1.2 Buen estado 1.2 Buen sabor 1.2 Piel 1.2 Mucha grasa 1.2
Oscuro	<i>Golpeada</i> 28.4 <i>Vieja</i> 22.22 <i>Descompuesta</i> 21 <i>Contaminada</i> 17.3 Mal estado 2.5	Pollo mal alimentado 2.5 Mala matanza 2.5 Podrida 2.5 Pasada 1.23
Rojo	<i>Golpeada</i> 64.2 <i>Vieja</i> 8.6 <i>Contaminado</i> 7.4 <i>Descompuesto</i> 7.4 Con sangre 6.2	Jugosa 2.5 Mala limpieza 1.2 Con suero 1.2 Alimentación del pollo 1.2
Verdusco	<i>Descompuesto</i> 72.3 <i>Contaminado</i> 20.5 Golpeado 2.4 Mal estado 1.2	No sirve 1.2 Podrido 1.2 Vieja 1.2

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

El color **blanco**, fue asociado con palabras como “pollo mal alimentado” y “viejo”, pero también con palabras como “fresca” y “pollo bien alimentado”, debido a que la mayoría de las personas encuestadas (48.5%) prefieren encontrar el color amarillo en el pollo y sólo el 13.3% prefieren encontrarlo blanco, además de que en la zona Metropolitana se prefiere consumir el pollo fresco de color amarillo, lo cual originó que se mencionaran estos descriptores que contradicen entre sí; cabe mencionar también, que debido a que el 50% de las personas encuestadas evalúa el color del pollo en la piel y el otro 50% lo evalúa en la carne, hay contrariedad en las asociaciones con el color blanco (donde tanto la palabra fresca, como pollo mal alimentado, tiene casi la misma presencia en las asociaciones con este mismo color).

Mientras que en el color claro la asociación con “pollo bien alimentado” y “pollo mal alimentado” tienen casi el mismo porcentaje de mención, pero asociado en su mayoría con palabras como fresca y jugosa. Los colores **oscuro, rojo y verdusco** fueron asociados con características como golpeada, vieja, contaminada, descompuesta, etc.

Características como apariencia, color, limpieza del lugar de venta y tamaño, fueron las que el consumidor reconoció como de mayor importancia al momento de la compra de la carne de pollo, teniendo una importancia intermedia la apariencia, siguiendo el color y la limpieza del lugar, considerando como menos importantes el precio, la cercanía del lugar de venta y la disponibilidad, (Gráfico 3.6).

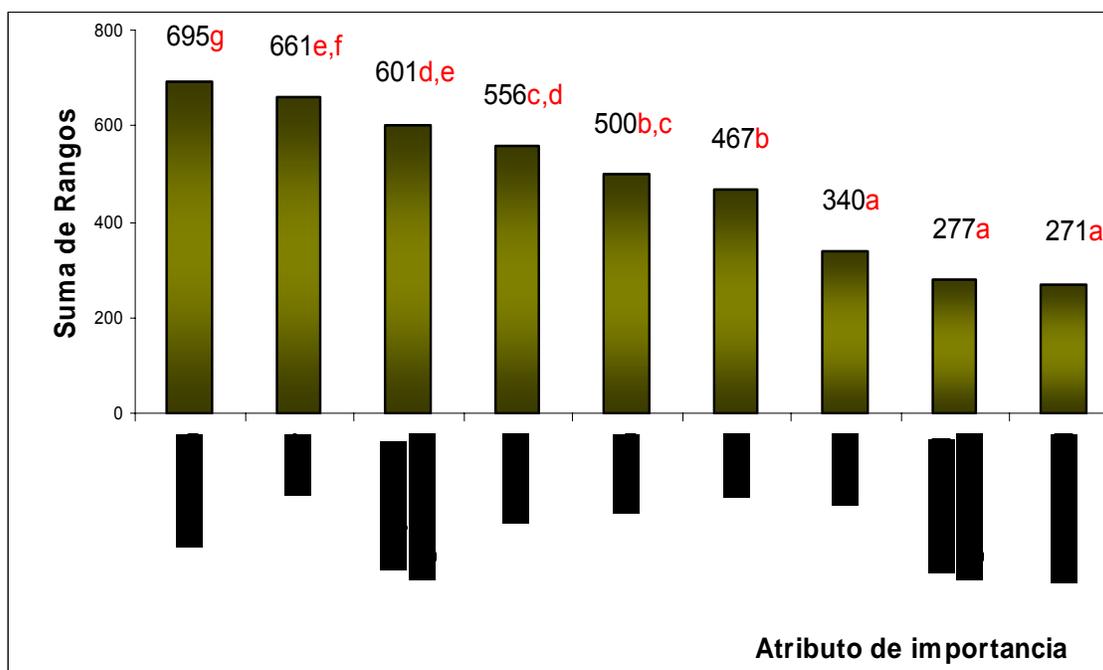


Gráfico 3.6. Características más importantes al momento de la compra de carne de pollo

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar. a, b, c, d, e, f, g = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=97$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Al preguntarle al consumidor cuales eran las piezas del pollo que más les **gustaban** mencionaron la pierna, el muslo y la pechuga, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p<0.05$), seguido de ala, huacal, patitas, mollejas, hígado, rabadilla y cabeza. Para el caso de determinar cuales eran las piezas de pollo de mayor consumo se encontró una tendencia similar, en donde pierna, pechuga y muslo fueron las de mayor **consumo** y no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre estas, (Gráfico 3.7).

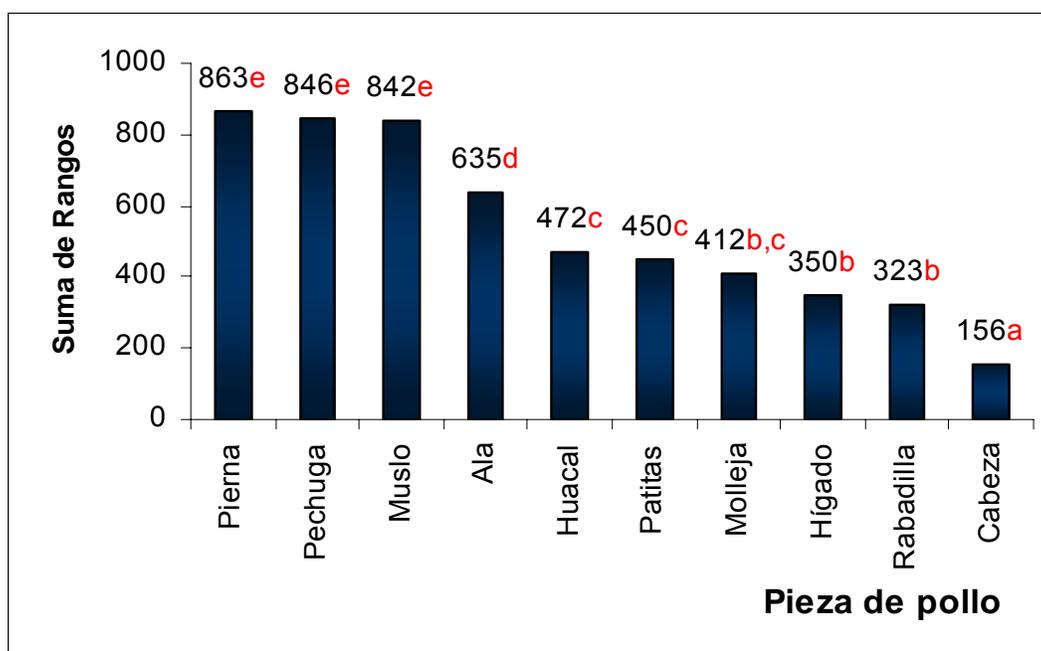


Gráfico 3.7. Piezas de carne de pollo de mayor consumo

* La pieza con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar.
a, b, c, d, e = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=97$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Carne de Res

En el caso de la carne de res la frecuencia de consumo, fue del 46% para la población participante, “más de una vez por semana”, quienes indicaron prepararla en distintos guisados, asada, cocida, frita, etc., consumiéndola principalmente en horario de comida. El lugar de compra preferido por 37% de los encuestados fue el mercado de la colonia en donde habitan, pero también el 33% de las personas la adquieren en el supermercado y el 24% lo hace en locales, indicando que se lleva a cabo la evaluación del color en la carne de res en el momento de la compra, siendo el color rojo el preferido por el 71% de los participantes. Al llevar a cabo la asociación de palabras con el color que pudiera presentar la carne de res, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla No. 3.8.

Tabla No. 3.8. Asociación de descriptores con el color que presenta la carne de res

Color	Descriptor con que se asocia el color (%)		
Rojo	<i>Fresca</i> 43 <i>Jugosa</i> 27 <i>Res bien alimentada</i> 12.5 Nutritiva 9 Golpeada 3	Congelada 0.7 Contaminada 0.7 De caballo 0.7 Descompuesta 0.7 Buena 0.7	Suave 0.7 Rica 0.7 Vieja 0.7
Negro	<i>Descompuesta</i> 46.5 <i>Vieja</i> 26.7 <i>Contaminada</i> 12	Golpeada 11 Refrigerada 2 Cecina 1	Res mal alimentada 1
Color vino	<i>Golpeada</i> 21 <i>Vieja</i> 19.5 <i>Jugosa</i> 12 <i>Descompuesta</i> 11 <i>Fresca</i> 9.8	Res mal alimentada 7.6 Seca 4.34 Contaminada 4.3 Res bien alimentada 3.2 Medio fresca 3.2	Nutritiva 2 Congelada 1 Refrigerada 1
Rosa	<i>Fresca</i> 26 <i>Res mal alimentada</i> 14 <i>Jugosa</i> 12.5 <i>Res bien alimentada</i> 8 Nutritiva 8 <i>Vieja</i> 8 Buena 3.4	<i>Descompuesta</i> 3.4 Res joven 3.4 Sin grasa 2.3 Golpeada 2.3 Congelada 1 Tierna 1	Le falta sabor 1 No es buena 1 No es res 1 No tan fresca 1 Poco apetitosa 1 Puerco 1
Opaco	<i>Vieja</i> 39 <i>Res mal alimentada</i> 16 <i>Contaminada</i> 13 <i>Descompuesta</i> 10 Golpeada 5.5 Seca 4.5	Refrigerada 2.3 Congelada 1 Sin sabor 1 Enferma 1 Fresca 1	Nutritiva 1 Jugosa 1 No es buena 1 No le gusta 1 No tan fresca 1
Oscuro	<i>Golpeada</i> 24 <i>Vieja</i> 24 <i>Descompuesta</i> 21 <i>Contaminada</i> 16 <i>Res mal alimentada</i> 4	Res bien alimentada 2.5 Congelada 1.3 Fresca 1.3 Mucho sabor 1.3	No le gusta 1.3 Refrigerada 1.3 Seca 1.3 Sucia 1.3
Claro	<i>Fresca</i> 22.4 <i>Res mal alimentada</i> 22.4 <i>Jugosa</i> 10.5 <i>Res bien alimentada</i> 7.9 <i>Vieja</i> 6.6 <i>Descompuesta</i> 5	Nutritiva 5 Contaminada 4 Refrigerada 2.6 Seca 2.6 Buena 1.3 Congelada 1.3	Golpeada 1.3 Le falta consistencia 1.3 Mala calidad 1.3 Más o menos 1.3 No es buena 1.3 No le gusta 1.3
Brillante	<i>Fresca</i> 30 <i>Jugosa</i> 28 <i>Res bien alimentada</i> 15.5 Nutritiva 10 Buena 3.3	Contaminada 2.2 Descompuesta 2.2 No esta buena 2.2 Con mucha sangre 1 En su punto 1	Golpeada 1 No nutritiva 1 Res mal alimentada 1 Vieja 1

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

En la tabla se observa que el color rojo y brillante se relaciona con carne de res fresca, jugosa y de res bien alimentada, mientras que los colores rosa y claro se asociaron a palabras como fresca, jugosa y res mal alimentada; las palabras descompuesta, contaminada y vieja son relacionadas con los colores negro, opaco y oscuro, pero para el color vino se encuentran tanto características deseables (fresca y jugosa) como indeseables (golpeada y vieja).

Las características de mayor importancia al momento de la compra de la carne de res son el color y la apariencia, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellas, es decir, que el consumidor las considera igual de importantes, le siguen la limpieza del lugar de venta y la textura que presente la carne, después es el sabor de la carne que presenta diferencia estadísticamente significativa con todas las demás características, después estuvieron el tamaño, el precio, la disponibilidad y la cercanía del lugar de venta sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre estas últimas ($p < 0.05$, en todos los casos). De los cortes de res que más **gustan** a los participantes, están la bola y el costillar, seguidos de falda, lomo, sirlone, aguayon, espaldilla, cuete, agujas, t-bone y pulpa, por último están la pancita, el pecho y el pescuezo. La bola es el corte más **consumido** presentando diferencia estadísticamente significativa con los demás cortes, seguido de falda, espaldilla, costillar, etc., el corte menos usado o consumido es el pecho y la pancita, (Gráfico 3.8).

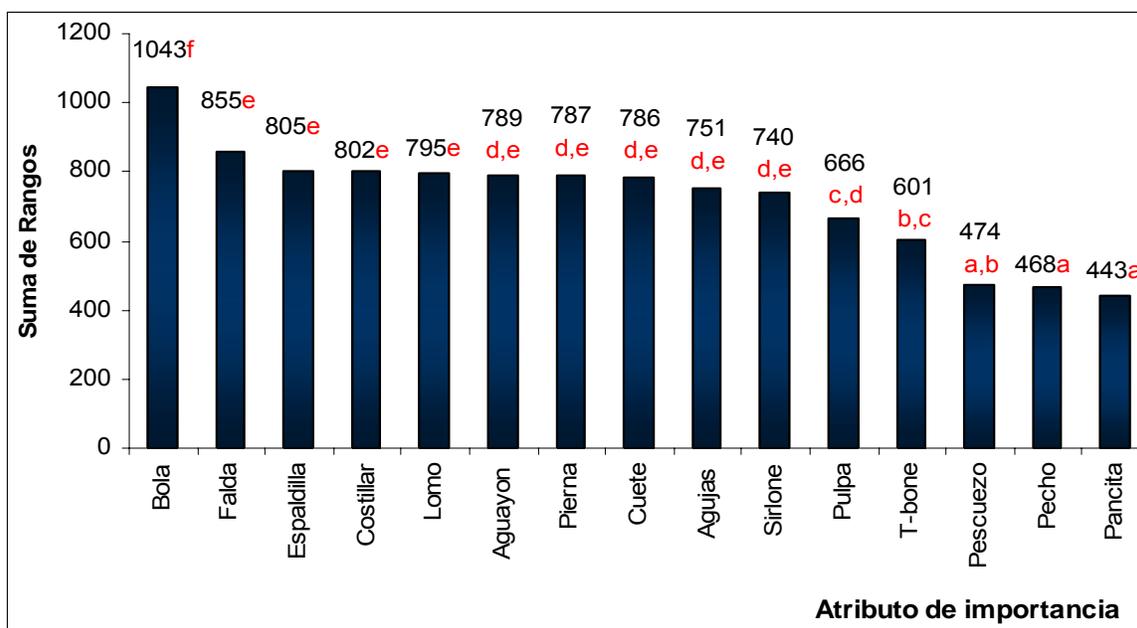


Gráfico 3.8. Cortes de carne de res de mayor consumo

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar. a, b, c, d, e, f = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa n=90, (p<0.05), usando LSRD.

Carne de Cerdo

Para este alimento se encontró que el consumo es menor al de la carne de pollo, ya que el 47% de la población encuestada dice consumirlo de 1 a 2 veces al mes y el 24% lo hace cada semana, en horario de comida, formando parte de diversos platillos (guisados), en carnitas, frita, etc. El lugar de compra según el 48% de los participantes, es el mercado de la colonia donde viven, aunque también es adquirido en el supermercado o en locales como carnicerías, prefiriendo el 79% de los consumidores consultados el color rosado en la carne, lo cual concuerda con la asociación de palabras que realizaron, en donde el color **rosado** es relacionado casi en un 50% con fresca y jugosidad, mientras que el color blanco en esta carne es asociado con un cerdo mal alimentado o viejo; definitivamente los colores

oscuro o verdusco fueron relacionados a contaminación y descomposición de la carne, (Tabla No. 3.9).

Tabla No. 3.9. Asociación de descriptores con el color que presenta la carne de cerdo

Color	Descriptores con que se asocia el color (%)	
Blanco	<i>Cerdo mal alimentado</i> 20.25 <i>Viejo</i> 17.8 <i>Fresca</i> 14 <i>Descompuesta</i> 11.4 Contaminada 8.86 Grasosa 7.6 Nutritiva 5 Jugosa 3.8	Cerdo bien alimentado 2.53 Congelada 2.53 Obtenida en malas condiciones 1.3 Mala matanza 1.3 Pellejo 1.3 Poco jugosa 1.3 Tierno 1.3
Color crema	<i>Vieja</i> 25 <i>Cerdo mal alimentado</i> 23.5 <i>Cerdo bien alimentado</i> 10.3 <i>Jugosa</i> 8.82 Descompuesta 5.9 Fresca 5.9 Contaminada 2.9 Mucha grasa 2.9	Esta bien 2.6 Carne en proceso de descomposición 1.5 Sebosa 1.5 Cerdo mal sacrificado 1.5 Congelada 1.5 Medio fresca 1.5 Nutritiva 1.5 Poco nutritiva 1.5
Clara	<i>Cerdo mal alimentado</i> 17.3 <i>Fresca</i> 17.3 <i>Cerdo bien alimentado</i> 16 <i>Nutritiva</i> 13.3 Jugosa 9.3 Vieja 6.66 Congelada 5.3	Contaminada 5.3 Descompuesta 4 Cerdo enfermo 1.33 Menos grasa 1.33 No fresca 1.33 Poco nutritiva 1.33
Rosado	<i>Fresca</i> 49 <i>Jugosa</i> 19.3 <i>Nutritiva</i> 13.5 <i>Cerdo bien alimentado</i> 6.7 Buena 3.8	Cerdo mal alimentado 2.9 Vieja 2.9 Contaminada 0.9 Perfecta 0.9
Oscuro	<i>Vieja</i> 36.5 <i>Contaminada</i> 23.6 <i>Descompuesta</i> 23.6 <i>Cerdo mal alimentado</i> 8.3 Golpeada 3.6	Buena 1.18 Congelada 1.18 Mala limpieza 1.18 Oxidada 1.18
Rojo	<i>Jugosa</i> 18.5 <i>Fresca</i> 17.3 <i>Contaminada</i> 16 <i>Vieja</i> 14.8 Nutritiva 6.2 Cerdo mal alimentado 5 Golpeada 5	Buena 3.7 Cerdo bien alimentado 3.7 Con sangre 3.7 Descompuesta 3.7 Desconfianza 1.2 Con grasa 1.2
Verdusco	<i>Descompuesta</i> 75.3 <i>Contaminada</i> 20.6	Agusanada 2 Vieja 2

Palabras en cursivas muestran al **descriptor** de mayor porcentaje de asociación con el color

En lo que respecta a la asociación del color rojo con la carne de cerdo, se observó que se le atribuyen características agradables (fresca y jugosa) como desagradables (contaminada y vieja).

De las características de importancia al momento de la compra de la carne de cerdo la apariencia y el color fueron los de mayor importancia y presentan diferencia estadísticamente significativa, le siguen en importancia el tipo de corte o pieza, la textura, jugosidad, sabor, presentación, precio y disponibilidad, (Gráfico 3.9).

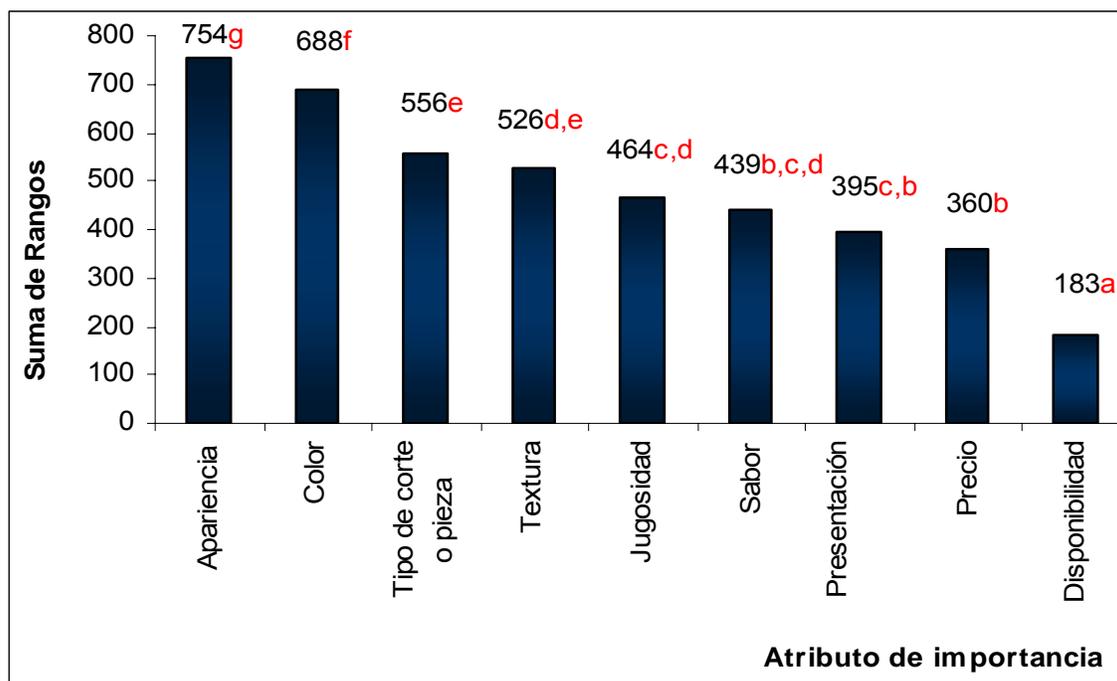


Gráfico 3.9. Características de importancia al momento de la compra de carne de cerdo

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar. a, b, c, d, e, f, g = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=97$, ($p<0.05$), usando LSRD.

Los participantes indicaron preferencia por la maciza, el bistec, el lomo y la pierna, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre estas ($p<0.05$), pero lo

que más **consumen** es el bistec, la maciza, el lomo y la pierna, no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre los dos primeros, seguidos de piel (chicharrón) y cabeza, (Gráfico 3.10).

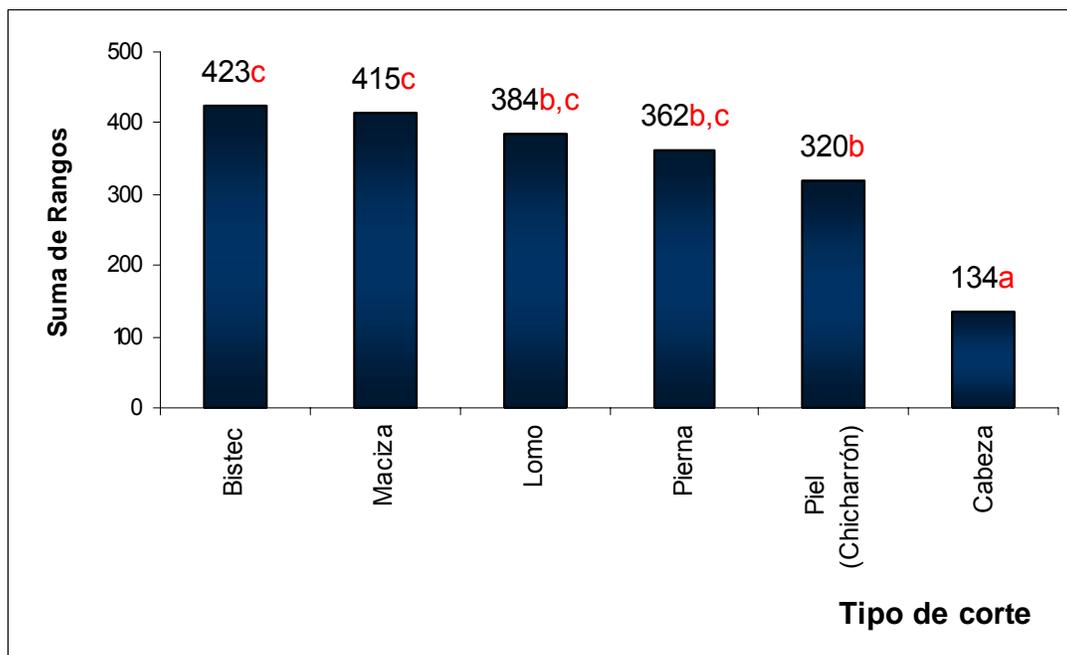


Gráfico 3.10. Cortes de carne de cerdo de mayor consumo

* El corte con mayor frecuencia es el que el consumidor eligió más veces en primer lugar.
a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa
n= 97, (p<0.05), usando LSRD.

3.2 EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE COLOR

Tortilla de maíz

Al realizar la evaluación instrumental de color se obtuvieron los valores numéricos presentados en la Tabla No.3.10, en donde cada uno de ellos representa el promedio de 6 replicas evaluadas en la cara interior. En el Gráfico 3.11 son presentados los resultados de manera gráfica mostrándose si existe o no diferencia estadísticamente significativa entre los atributos de cada muestra.

Tabla No. 3.10. Valores numéricos de atributos de color en tortillas de maíz cara interna

Tortilla de Maíz cara interna								
Delegación	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Álvaro Obregón	75.26	0.17	17.37	17.37	89.47	69.79	0.16	13.78
Azcapotzalco	72.61	1.39	24.08	24.12	86.70	66.76	1.26	17.92
Benito Juárez	70.69	1.76	23.41	23.48	85.73	64.61	1.57	17.24
Coyoacán	72.06	1.42	26.80	26.84	86.97	66.14	1.28	19.48
Cuajimalpa	71.73	1.88	28.98	29.05	86.29	65.78	1.69	20.69
Cuauhtemoc	78.24	0.30	16.80	16.80	89.00	73.23	0.28	13.64
Gustavo A. Madero	75.17	0.61	17.18	17.19	87.98	69.67	0.55	13.64
Iztacalco	69.28	1.74	24.59	24.66	86.00	63.05	1.54	17.76
Iztapalapa	74.75	1.36	23.33	23.37	86.68	69.20	1.24	17.72
Magdalena Contreras	72.57	1.22	27.92	27.95	87.51	66.72	1.10	20.22
Miguel Hidalgo	72.85	1.44	23.58	23.62	86.51	67.04	1.30	17.64
Milpa Alta	71.47	1.95	27.60	27.67	85.97	65.49	1.75	19.86
Tláhuac	72.81	1.95	24.64	21.67	86.94	67.00	1.05	16.39
Tlámpan	76.55	0.10	16.87	16.88	89.72	71.27	0.09	13.54
Venustiano Carranza	79.20	0.05	15.94	15.94	89.84	74.32	0.05	13.09
Xochimilco	72.53	0.39	16.79	16.80	88.73	66.95	0.35	13.12

Para comparar cada uno de los atributos del color de las muestras evaluadas, fue necesario aplicar pruebas estadísticas para encontrar diferencias significativas

entre los atributos y las muestras, haciendo uso del análisis de varianza y después de DMS al 99%, encontrando como se observa en el Gráfico 3.11, que para la luminosidad todos los valores tanto en el sistema CIE como el Hunter son mayores a 60 lo cual indica que todas las tortillas evaluadas se consideran de color claro, aunque se encuentra diferencia significativa entre ellas, como es el caso de la muestra de la delegación Iztacalco que presenta diferencia significativa con el resto de las muestras, al igual que la muestra de Benito Juárez que son de las menos luminosas. En el caso de las muestras de Milpa Alta, Cuajimalpa y Xochimilco no hay diferencia estadísticamente significativa en luminosidad.

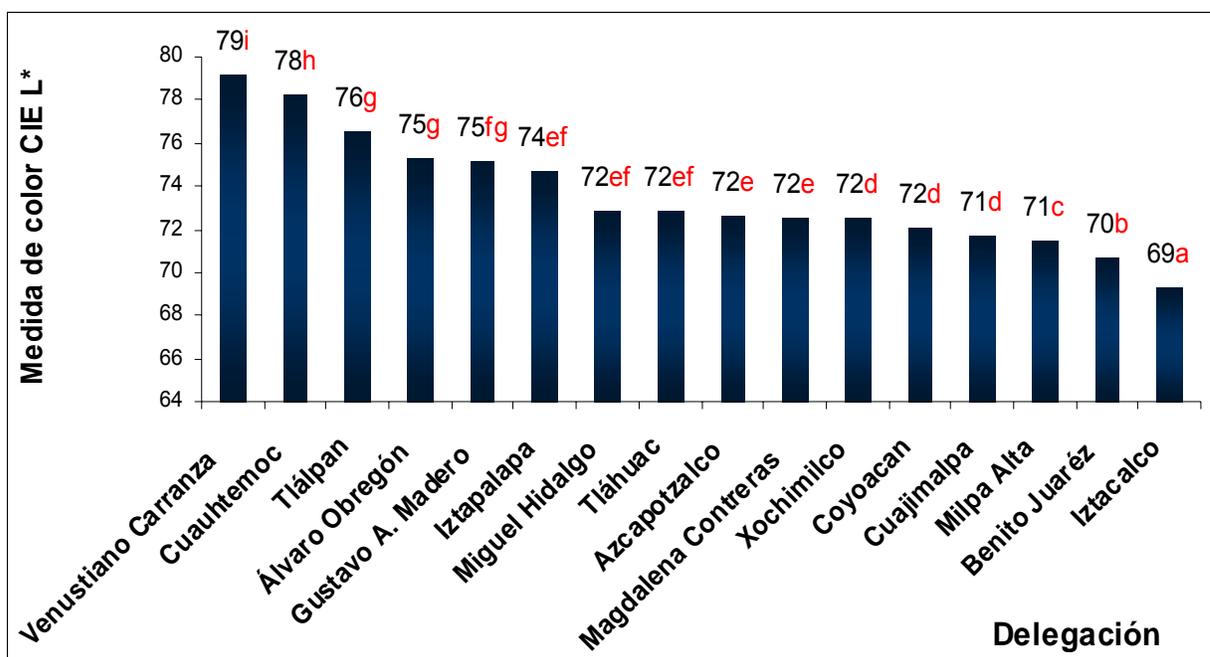


Gráfico 3.11. Luminosidad en sistema CIE evaluada en tortillas de maíz

a, b, c, d, e, f, g, h, i = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

Las muestras más luminosas fueron las de Venustiano Carranza, Cuauhtemoc, Tlálpán y Álvaro Obregón, en cambio las tortillas que presentaron menor

luminosidad fueron las provenientes de Iztacalco, Benito Juárez, Milpa Alta, Cuajimalpa entre otras. Considerando que la luminosidad es la relación entre la luz absorbida y la reflejada, las muestras con mayor luminosidad fueron las que más reflejan la luz y esto hace más clara a la tortilla.

El atributo a^* hace referencia a los tonos rojos y verdes presentes en la muestra, en este caso al tener sólo valores positivos, como se observa en el Gráficos 3.12, se considera que hay presencia de tonos rojos y no de verdes.

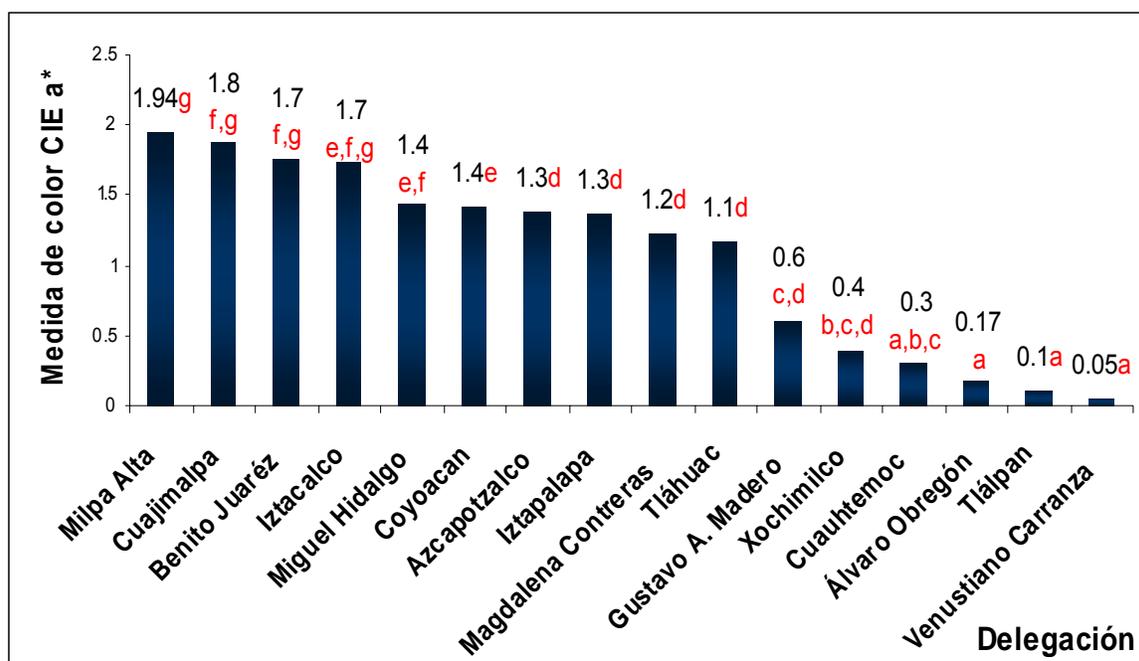


Gráfico 3.12. Atributo de color a^* en sistema CIE evaluado en tortilla de maíz
a, b, c, d, e, f, g = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

Si bien en una tortilla no se ve el color rojo como tal, este está presente debido a que algunos β -carotenos como luteína y zeaxantina se encuentran en el maíz, (Fennema, 1995) y los tonos amarillos a naranjas se hacen presentes por estos compuestos (McMurry, 2001). Además el valor de a^* en algunas muestras es casi

ceros lo cual indica una baja cantidad de estos pigmentos responsables de la coloración amarilla-naranja. En este caso tanto el sistema Hunter como el CIE mantuvieron la misma tendencia en los resultados arrojados, por lo que sólo se presentan las diferencias estadísticas con el sistema CIE.

Con respecto al atributo b^* , que hace referencia a los tonos amarillos y azules presentes en las muestras, se obtuvieron valores positivos (Gráfico 3.13), entendiéndose con esto que en las muestras de tortilla de maíz tienen tonos amarillos y que las longitudes de onda de los tonos azules son absorbidos por estas, (Kostyla y Clydesdale, 1978; Meilgaard, et al., 1999, McMurry, 2001).

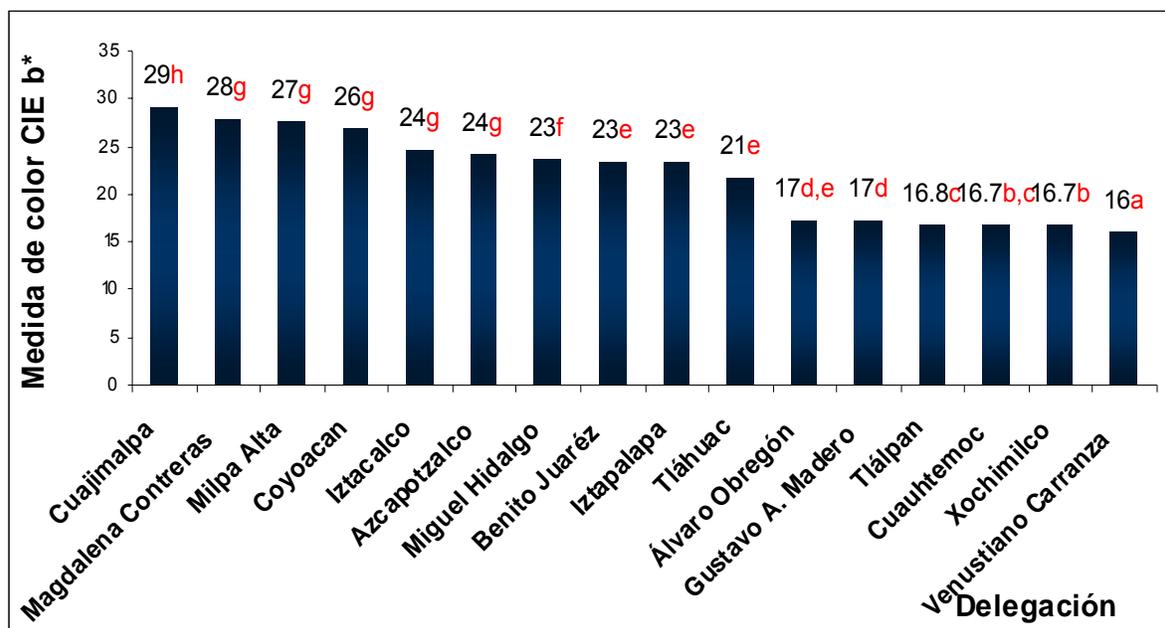


Gráfico 3.13. Atributo de color b^* en sistema CIE evaluado en tortilla de maíz

a, b, c, d, e, f, g, h = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

Las muestras con mayor valor de b^* son Cuajimalpa, Magdalena Contreras que no presentan diferencia estadísticamente significativa con Coyoacán, Iztaacalco y

Azcapotzalco, las muestras de tortilla con menor valor son Venustiano Carranza, Xochimilco, Cuauhtemoc y Tlálpán. En la literatura se reporta que los valores de esta característica cromática, aumentan al aumentar la concentración de cal (Sefaddeh, et al., 2004), lo cual lleva a suponer que las muestras con mayor valor, como las provenientes de las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Coyoacán, Iztacalco y Azcapotzalco tuvieron un tratamiento con mayor concentración de cal que las de Venustiano Carranza, Xochimilco, Cuauhtemoc y Tlálpán. Con respecto a los dos sistemas de reporte, se encuentra mayor capacidad discriminativa con el sistema CIE para este atributo.

Para el atributo C , que 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, debido a que la concentración del color en las tortillas, depende totalmente del tono, (Gráfico 3.14).

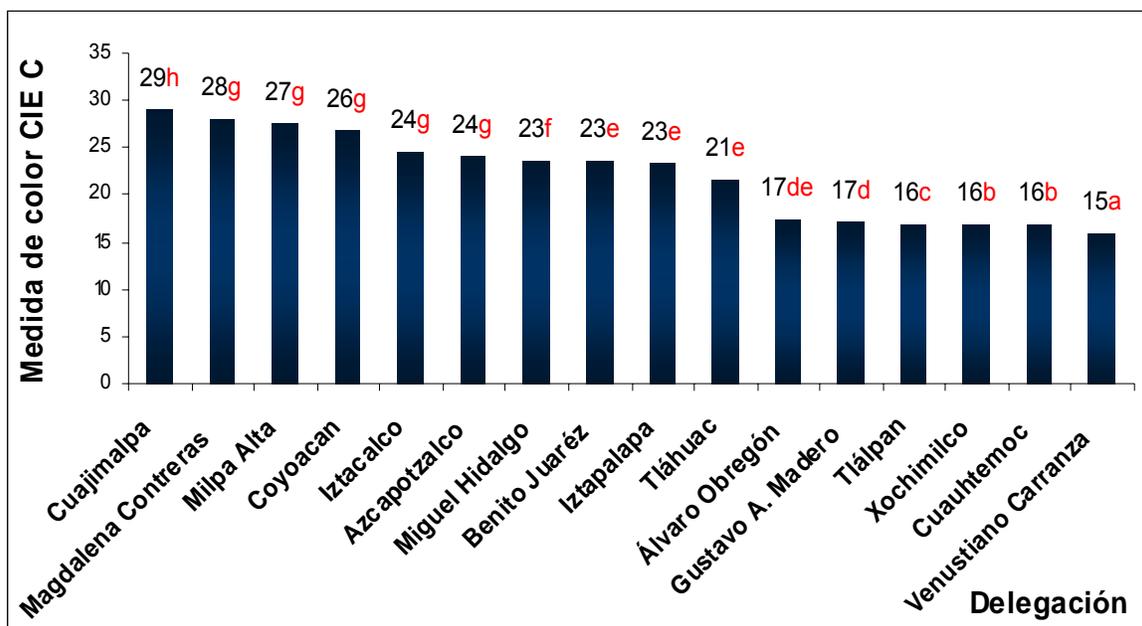


Gráfico 3.14. Atributo de color C en sistema CIE evaluado en tortilla de maíz
a, b, c, d, e, f, g, h = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

El último atributo del sistema CIE es el h° , que indica el **ángulo** donde se ubica el color de la muestra, simulando que los atributos a y b se encuentra graficados sobre un círculo de 360° , este valor se relaciona directamente con el color, (Lawless, 1998), en la Figura 3.1 se presentan los ángulos de esta figura geométrica y la representación de los atributos de color.

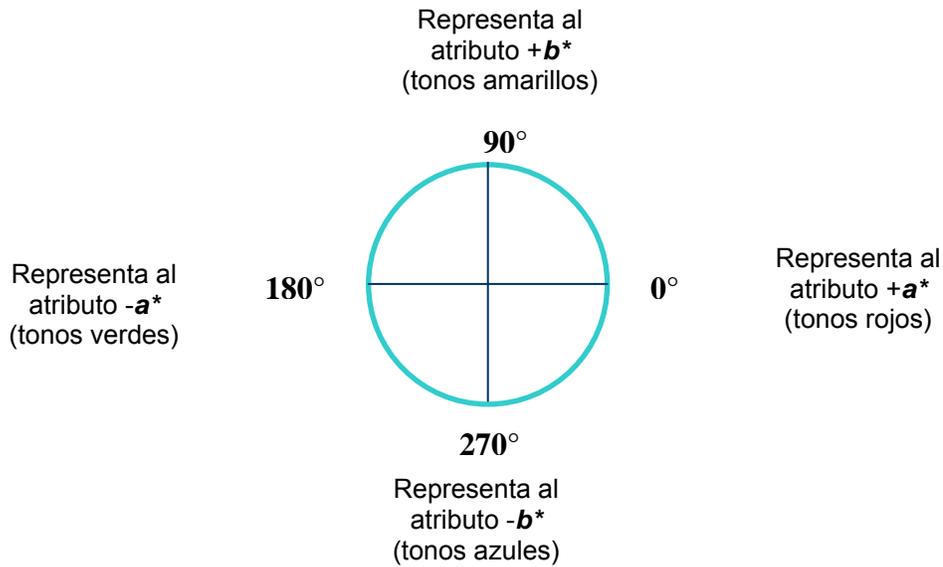


Figura 3.1. Ángulos representativos de los atributos de color

Los valores de h° representan el valor de un ángulo, que a su vez indica la ubicación del tono de la muestra, considerando que las características cromáticas están ubicadas en un círculo, en el caso de las tortillas de maíz, como ya se observó anteriormente, presentan tonos amarillos, y el ángulo resultante está alrededor de 85 a 89° (Gráfico 3.15) ubicado en el primer cuadrante.

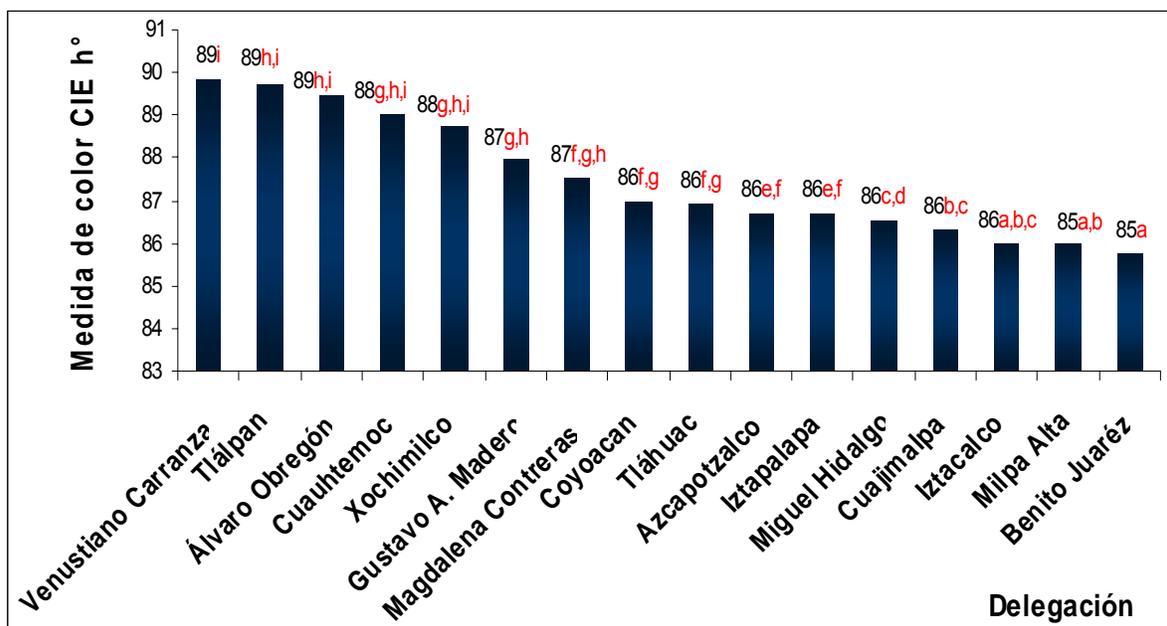


Gráfico 3.15. Hue en el sistema CIE evaluado en tortillas de maíz

a, b, c, d, e, f, g, h, i = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

En el caso de la parte externa de la tortilla de maíz (la parte detrás de la tortilla o la cara gruesa), se encontraron los siguientes valores para cada una de las características cromáticas (Tabla 3.11), donde cada una de ellas representa el promedio de seis mediciones, es decir, de seis tortillas diferentes por cada delegación.

Tabla No. 3.11. Valores numéricos de atributos de color en tortillas de maíz cara externa

Tortilla de Maíz cara externa	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Delegación								
Álvaro Obregón	71.91	0.95	19.37	19.39	87.22	65.98	0.85	14.81
Azcapotzalco	70.24	2.39	25.22	25.34	84.58	64.11	2.14	18.28
Benito Juárez	69.38	2.37	23.54	23.66	84.26	63.16	2.11	17.15
Coyoacán	70.93	1.88	27.32	27.39	86.05	64.88	1.69	19.62
Cuajimalpa	71.25	2.23	29.41	29.49	85.65	65.23	2.01	25.86
Cuauhtemoc	77.52	0.57	16.19	16.20	87.99	72.39	0.53	13.14
Gustavo A. Madero	73.20	1.21	17.49	17.53	86.05	67.43	1.10	13.67
Iztacalco	69.14	1.64	24.21	24.27	86.13	62.88	1.46	17.52
Iztapalapa	73.64	1.83	23.07	23.14	85.48	67.93	1.66	17.42
Magdalena Contreras	70.46	2.42	28.83	28.93	85.20	64.36	2.17	20.40
Miguel Hidalgo	70.95	2.15	23.12	23.22	84.69	64.90	1.93	17.10
Milpa Alta	68.64	3.48	30.08	30.28	83.41	62.34	3.09	20.78
Tláhuac	70.39	2.02	22.11	22.20	84.80	64.28	1.81	16.39
Tlámpan	73.85	0.63	18.97	18.98	88.13	68.18	0.57	14.74
Venustiano Carranza	78.20	0.31	16.46	16.46	88.93	73.18	0.29	13.39
Xochimilco	71.18	0.48	17.70	17.71	88.45	65.16	0.43	13.62

Los resultados obtenidos de la evaluación de color en la cara externa de la tortilla (o la parte más gruesa), fueron analizados con ANOVA y DMS ($p < 0.01$), con el fin de identificar las diferencias entre las muestras con respecto a los atributos de color.

De lo anterior, se encontró que las diferencias estadísticas entre las muestras, presentan las mismas tendencias que en la evaluación de la cara interna, por lo que las Gráficas representantes de los resultados son semejantes a las Gráficas 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15.

Se realizó la comparación estadística entre la cara interna y externa de la tortilla con el fin de encontrar en que atributos son diferentes, para esto se determinó el promedio de cada característica cromática de las 16 muestras en evaluadas, para cara interna y para cara externa por separado, encontrando resultados que se presentan en la Tabla 3.12.

Tabla No. 3.12. Valores numéricos de atributos de color en tortillas de maíz comparando ambas caras

Tortilla de Maíz comparación entre ambas caras								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Cara Externa	71.93 a	1.66 b	22.69 a	22.76 a	86.06 a	66.02 a	1.67 b	16.81 a
Cara Interna	73.61 b	1.06 a	22.05 a	22.09 a	87.50 b	67.97 b	1.17 a	16.61 a

a, b: Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa (p<0.01)

Al realizar el análisis estadístico de los resultados se encontró que hay diferencia estadísticamente significativa en la luminosidad entre ambas caras, presentando mayor luminosidad la cara interna, es decir es más clara la cara delgada de la tortilla. Con respecto a los tonos rojos (a*) también se encuentra diferencia estadísticamente significativa presentando mayor valor la cara externa o parte gruesa de la tortilla; en el caso de los tonos amarillos y la concentración de color (b* y C respectivamente) no se encuentra diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que la saturación del color amarillo es igual en ambas caras, sin embargo cuando se evaluó el tono (h°), si se presenta diferencia debido a que el ángulo se ve afectado por el valor de a* que cambia para ambas caras, como se

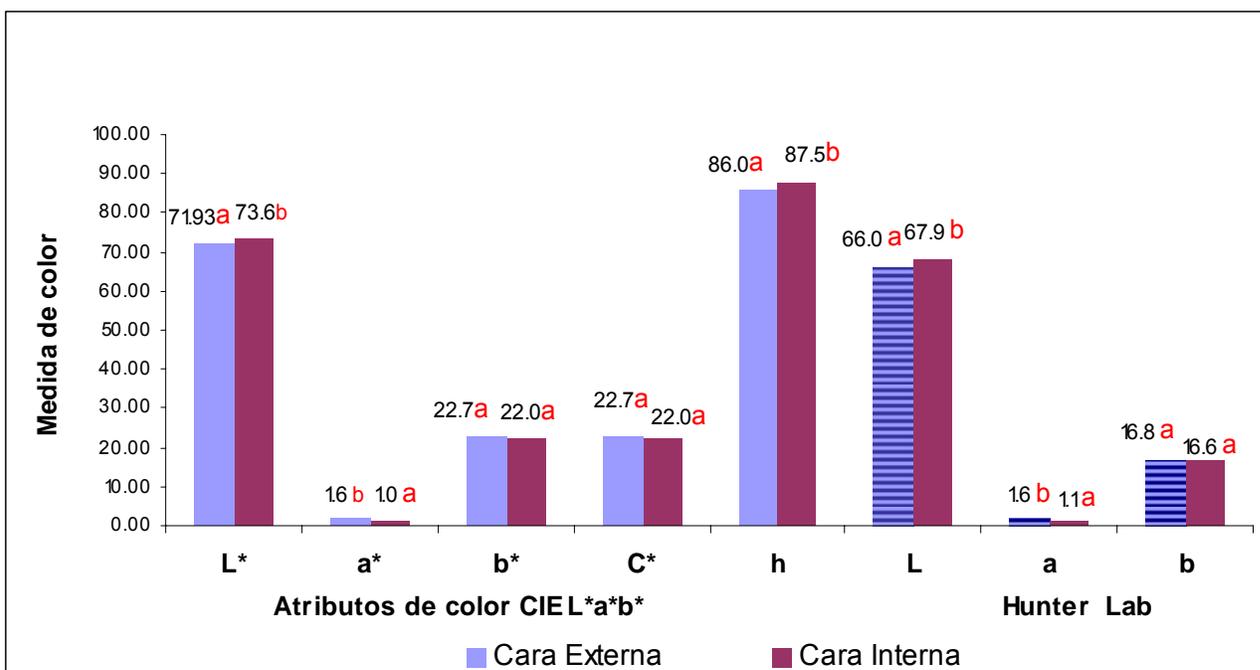


Gráfico 3.16. Características cromáticas en tortillas de maíz
 a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa (p<0.01)

observa en el Gráfico 3.16 el sistema de reporte tipo Hunter guarda la misma tendencia que el CIE, aunque los valores numéricos sean más altos en este último.

Los valores de los atributos de color que provienen de muestras de tortillería de diferentes colonias del D.F., guardan la misma tendencia que los reportados por otros autores, (Martínez, 2001, Vidal-Quintanar, 2000), donde las tortillas se consideran claras por presentar valores de *L* alrededor de 70, y un valor muy pequeño de *a** (tonos rojos) y así como tonos amarillos con valores de *b** entre 21 y 29.

Chiles secos

Se realizó la evaluación de color, en todos los chiles secos encontrados en los diferentes puntos de venta, debido a que en la literatura no hay referencia de algún trabajo realizado con estos alimentos, y a que cuando se usan como ingredientes normalmente se hace una combinación de varios chiles. Los valores de los atributos de color se muestran en la Tabla No. 3.13, en donde cada uno representa el promedio de seis evaluaciones de las muestras encontradas en el mercado de la Merced (ya que en este punto de venta fue donde se encontró mayor diversidad).

Tabla No. 3.13. Valores numéricos de atributos de color de chiles secos enteros

Chiles Secos Enteros								
Tipo de chile	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Árbol	30.50	20.52	10.12	22.89	26.25	25.38	14.84	5.63
Árbol japonés	28.97	19.16	8.38	20.93	23.51	24.14	13.59	4.67
Ancho	22.57	2.40	2.28	3.36	43.48	19.18	1.46	1.26
Chipotle meco	35.96	9.87	21.73	23.88	65.53	30.01	7.12	11.30
Chipotle rayado	47.61	6.05	22.60	23.44	74.96	40.66	4.72	13.51
Canica	27.57	13.46	6.35	14.89	25.46	23.02	9.17	3.56
Catarina	27.23	8.34	3.54	9.07	23.02	22.75	5.50	2.05
Cascabel	24.08	7.37	2.97	8.01	21.16	20.32	4.67	1.66
Costeño	28.75	15.74	7.14	17.29	24.18	23.96	10.96	4.03
Guajillo	26.51	7.98	3.16	8.61	20.62	22.19	5.24	1.83
Mora	22.35	2.56	2.08	3.36	36.64	19.03	1.53	1.13
Morita	26.39	6.29	3.44	7.21	29.38	22.09	4.08	1.98
Mulato	23.03	0.75	1.20	1.51	105.07	19.54	0.45	0.66
Pico de pájaro	45.96	16.54	9.80	19.24	30.47	39.05	13.28	6.53
Pasilla	21.26	1.09	2.13	2.44	53.79	18.24	0.63	1.12
Piquín	45.81	14.64	10.92	18.39	36.09	38.90	11.69	7.15
Pulla	26.46	8.73	3.33	9.36	20.66	22.15	5.73	1.92
Serrano	36.80	20.52	19.52	30.34	39.82	30.75	17.68	10.54

Para estas muestras se realizaron varias comparaciones, la primera fue, determinar si se presentaba diferencia estadísticamente significativa en las

características cromáticas cuando se evalúa el chiles seco entero o abierto. Los resultados de este estudio mostraron que no hay diferencia estadísticamente significativa en ningún atributo del color ($p < 0.01$) entre las muestras enteras y los chiles abiertos, lo cual indica que las muestras de chile seco pueden ser evaluadas enteras, sin ser destruidas.

Posteriormente se realizó la evaluación entre todas las muestras del Mercado de la Merced, en las que se encontró que los colores de las muestras son oscuros en todos los casos. Para la luminosidad se encontró que el chile chipotle rayado, pico de pájaro y piquín fueron los más luminosos, mientras que los más oscuros fueron el chile pasilla, mora, ancho, mulato y cascabel, no encontrando diferencia estadísticamente entre ellos.

Con respecto a los tonos rojos (a^*), se encontraron diferencias estadísticamente significativa entre las muestras, representando el mayor valor el chile serrano y el chile de árbol, mientras que los chiles mulato, pasilla, ancho y mora fueron los que presentaron valores menores y no encontrando diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

En los valores de b^* (tonos amarillos) no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre chipotle rayado, chipotle meco y el chile serrano quienes presentaron colores más intensos ($b^* > 19$) y nuevamente chiles como mulato, mora, pasilla, ancho, cascabel y guajillo no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre ellos y fueron los de menor valor numérico en este atributo.

En cromaticidad o concentración del color se encuentra la misma tendencia y las diferencias entre las muestras se presentan en el Gráfico 3.17.

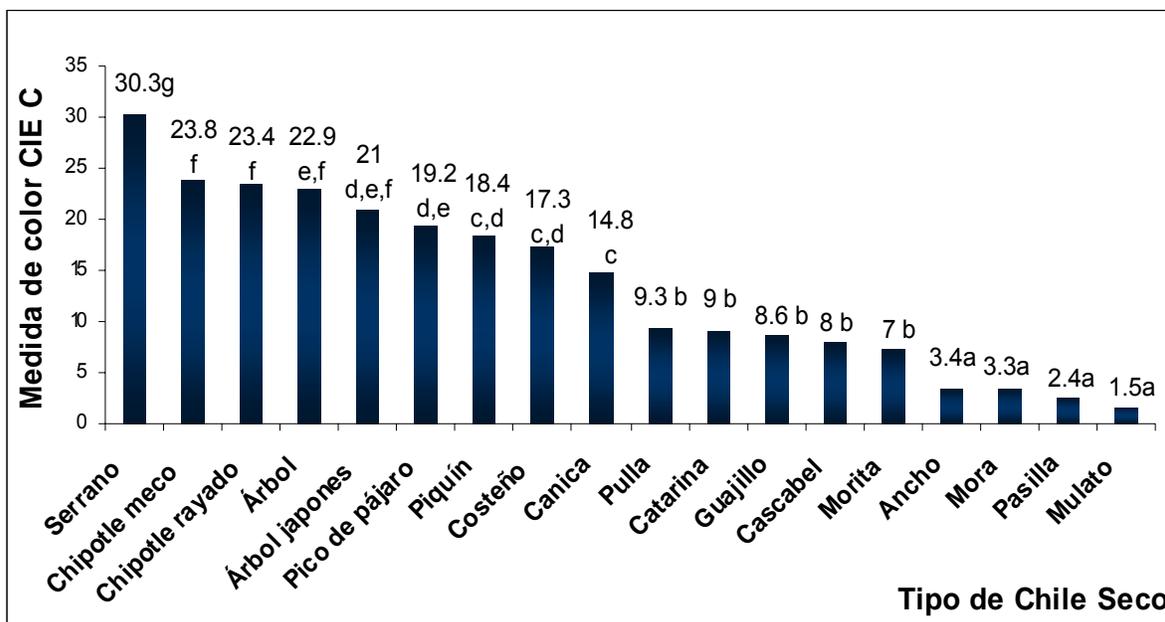


Gráfico 3.17. Atributo de color C en sistema CIE evaluado en chiles secos

a, b, c, d, e, f, g = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

En el caso del tono representado por h° , las muestras de chiles secos presentan los mismos colores o tono, pero con diferente luminosidad (L) y en diferente concentración (C), considerando que los chiles frescos son de color verde, debido al pigmento natural clorofila, quienes al ser deshidratados, con diferentes condiciones, llegan a sintetizar distintos compuestos o permiten la aparición de otros, como es el caso de los β -Carotenos, que le imparten el color amarillo-naranja-rojo chile seco, (Ahmed, et al., 2002, Bravo, 1934, Collera, et al., 2005, Fennema, 1993,). Los valores de h° son representados en el Gráfico 3.18, en ella se observan las muestras en las que se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

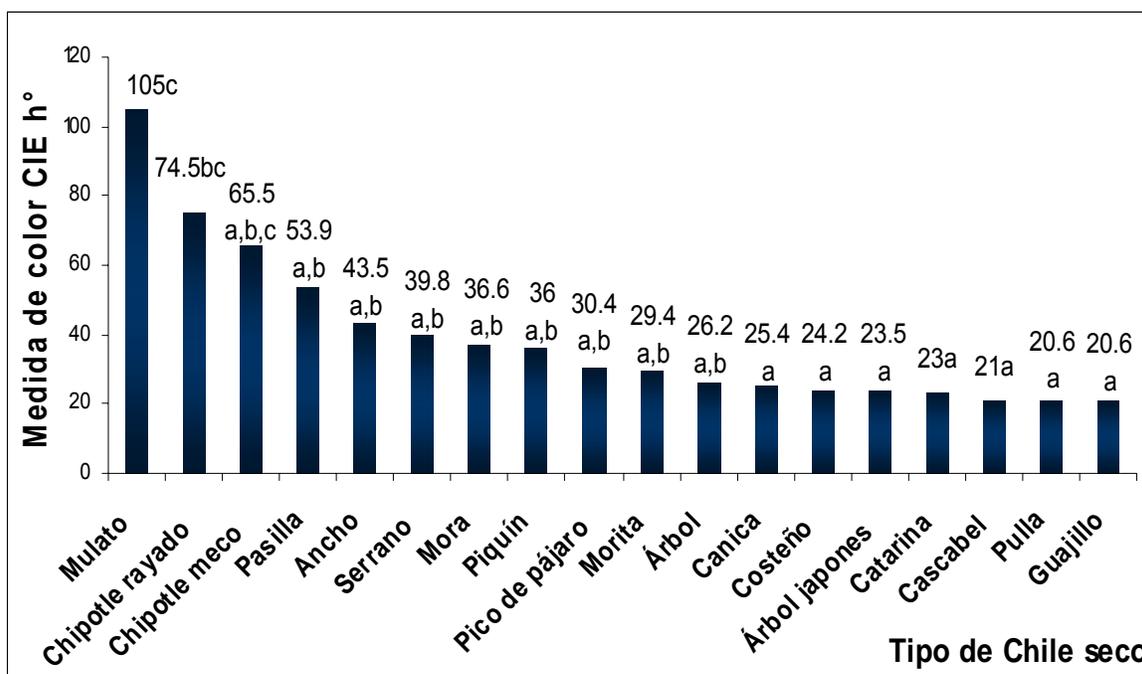


Gráfico 3.18. Atributo de color h° en sistema CIE evaluado en chiles secos

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

En base al atributo de color (h°) se pueden formar sólo tres grupos de tonos, en los que el chile mulato, chipotle rayado y chipotle meco representan al grupo de mayor ángulo es decir, que contienen mayor cantidad de pigmentos que dan origen a tonos amarillos, a comparación de los chiles guajillo, pulla, cascabel, costeño, árbol, etc, que presentan menor ángulo, es decir, presentan mayor valor en la característica cromática a^* .

Comparación de muestras de chile procedentes de diferentes puntos de venta

Se compararon las muestras de chile ancho, árbol, guajillo, chipotle meco y pasilla mismos que se encontraron en todos los puntos de venta involucrados en este trabajo (los resultados se muestran en la Tabla No. 3.14).

Tabla No. 3.14. Valores numéricos de atributos de color de chiles secos enteros que se encontraron en distintas tiendas

Ancho								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Bodega Aurrera	22.20	1.22	1.12	1.85	86.24	18.92	0.73	0.61
Central Abasto	22.57	1.10	0.91	1.59	91.10	19.19	0.65	0.50
Merced	22.57	2.40	2.28	3.36	43.48	19.18	1.46	1.26
Superama	22.15	0.69	0.49	0.91	30.75	21.14	0.43	0.29
Árbol								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Bodega Aurrera	32.65	23.25	11.72	26.04	26.81	27.17	17.34	6.58
Central Abasto	31.02	19.95	9.88	22.27	26.33	25.81	14.46	5.56
Merced	30.50	20.52	10.12	22.89	26.25	25.38	14.84	5.63
Superama	32.76	23.58	11.93	26.44	26.74	27.26	17.65	6.69
Chipotle meco								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Bodega Aurrera	42.33	10.77	25.76	27.93	67.37	35.69	8.23	14.00
Central Abasto	37.59	9.84	21.27	23.46	65.09	31.44	7.21	11.39
Merced	35.96	9.87	21.27	23.88	65.53	30.01	7.12	11.30
Superama	41.91	9.86	24.59	26.51	68.12	35.30	7.48	13.46
Guajillo								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Bodega Aurrera	26.84	8.70	4.30	9.73	26.80	22.45	5.73	2.46
Central Abasto	25.67	3.77	1.89	4.24	25.48	21.54	2.38	1.09
Merced	26.51	7.98	3.16	8.61	20.62	22.19	5.24	1.83
Superama	27.31	2.22	2.26	3.21	45.02	22.82	1.43	1.34
Pasilla								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Bodega Aurrera	23.99	1.08	1.26	1.68	45.12	20.25	0.66	0.72
Central Abasto	25.03	0.76	0.56	0.98	35.18	21.04	0.47	0.33
Merced	21.26	1.09	2.13	2.44	53.79	18.24	0.63	1.12
Superama	26.83	1.52	2.89	3.34	55.76	22.45	0.96	1.67

Al realizar el análisis estadístico se encontró que para el caso de los chiles secos ancho y árbol (Gráfico 3.19), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de b^* para el sistema de reporte CIE pero si en el sistema Hunter. Para el atributo L^* no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de chile guajillo.

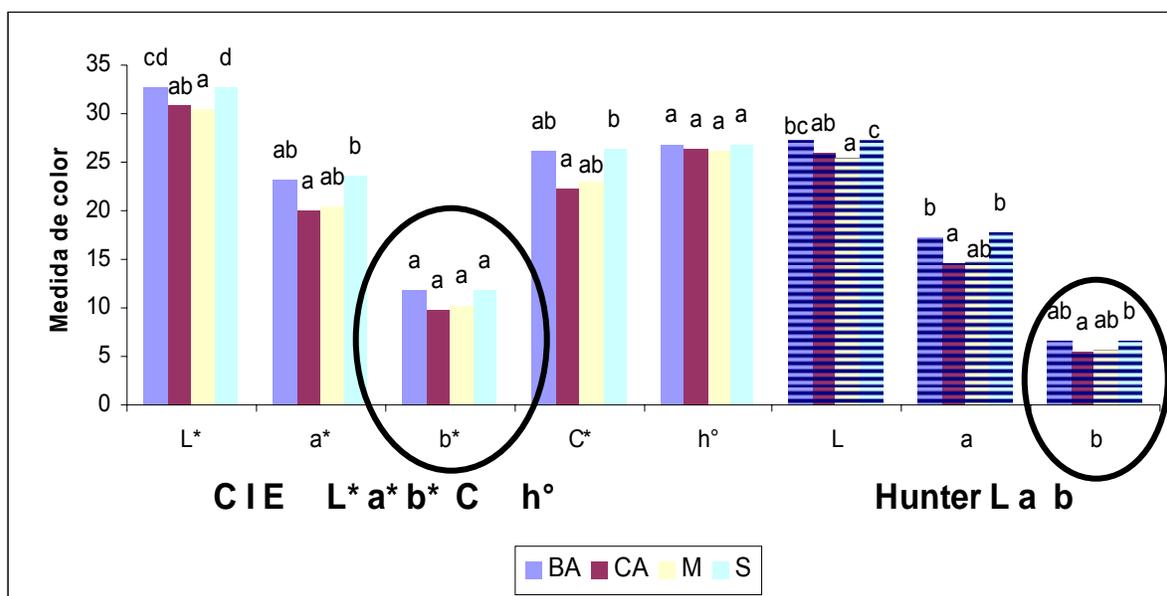


Gráfico 3.19. Valores de características cromáticas en chile de árbol

a, b, c, d = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, CA: Central de Abasto, M: Merced, S: Superama)

En el caso del chile chipotle meco, los tonos rojos (a^*) son los que no presentan diferencia estadísticamente significativa en ambos sistemas de evaluación, es decir, no importando el punto de venta los chiles presentan el mismo tono; sin embargo si se presenta diferencia estadísticamente significativa en luminosidad y tonos amarillos (b^*), (Gráfico 3.20).

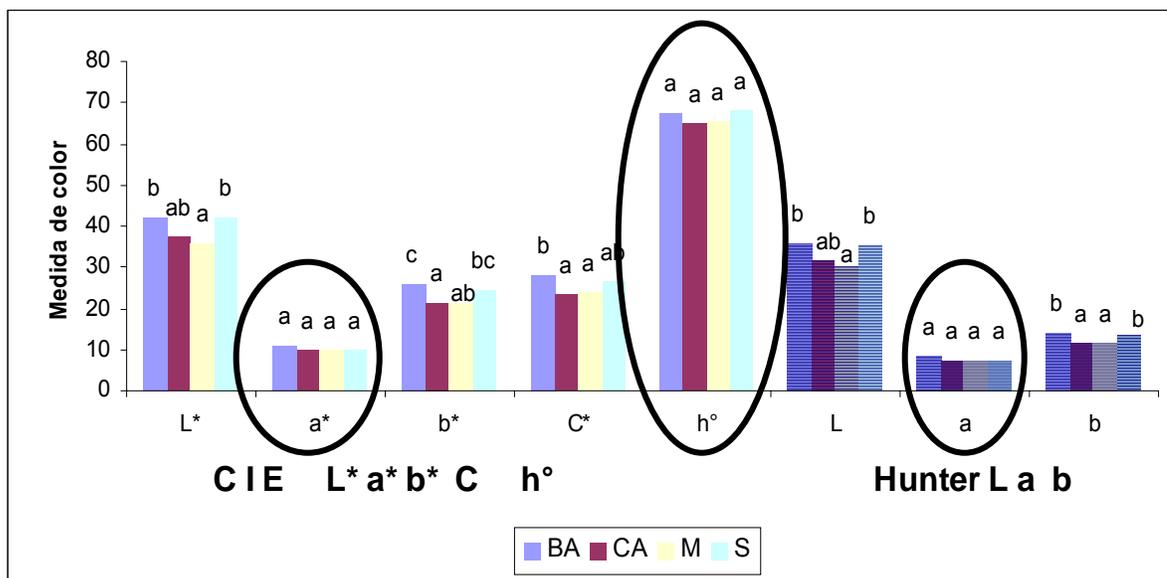


Gráfico 3.20. Valores de características cromáticas en chile chipotle meco

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, CA: Central de Abasto, M: Merced, S: Superama)

Para el chile pasilla se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todas las características cromáticas excepto en los valores del tono, siendo más oscura la muestra proveniente del mercado de la Merced, (Gráfico 3.21).

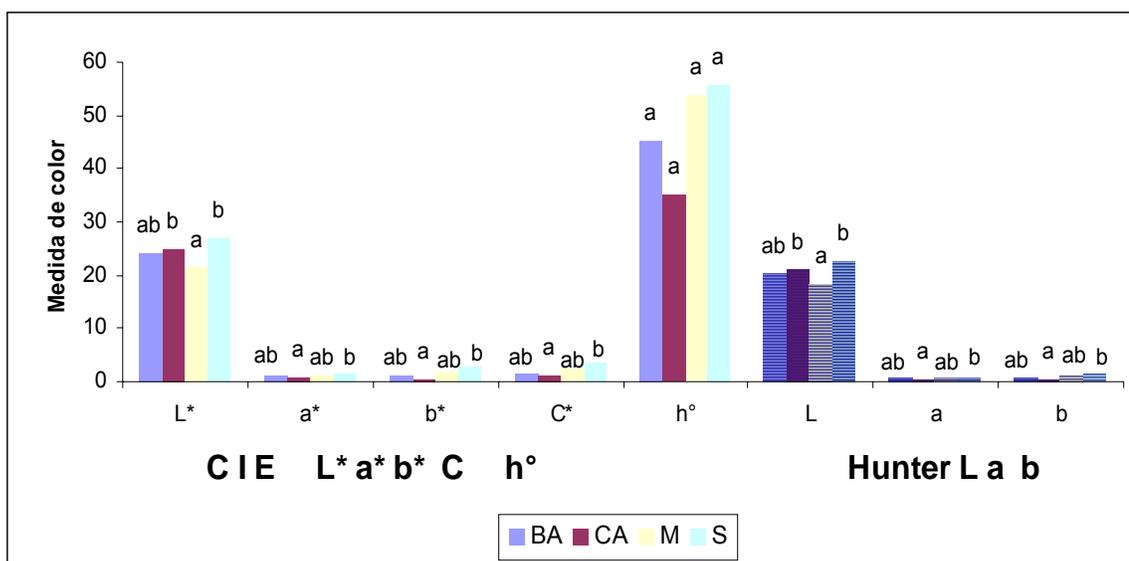


Gráfico 3.21. Valores de características cromáticas en Chile pasilla

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, CA: Central de Abasto, M: Merced, S: Superama)

Los chiles provenientes de Bodega Aurrera y la Merced no presentan diferencias entre ellas, a comparación de las muestras de Central de Abasto y Superama que presentan diferencias estadísticamente significativas en atributos como a^* y b^* pero no en la luminosidad.

Importante es destacar, que en estos cinco diferentes tipos de chiles secos evaluados de forma instrumental, no se presentan diferencias estadísticamente significativas en el atributo h° (tono), lo cual indica que a pesar de ser adquiridos en distintas tiendas, estos presentan la misma tonalidad.

Mole Rojo

El mole mexicano tiene diferencias en sus ingredientes dependiendo del lugar donde se elabore, en la encuesta de consumo se determinó que el mole rojo,

especial y verde son los más consumidos, los valores de las características cromáticas de los moles rojos evaluados se presentan en la Tabla 3.15.

Tabla No. 3.15. Valores numéricos de atributos de color de mole rojo

Mole rojo								
Tipo de mole	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Especial de Atocpan	29.27 ^c	11.29 ^g	9.30 ^d	14.63 ^e	39.45 ^c	24.38 ^c	7.71 ^g	5.15 ^c
Poblano de Atocpan	50.01 ^f	-2.95 ^a	16.55 ^f	16.81 ^f	100.09 ^f	42.93 ^g	-2.27 ^a	10.77 ^f
Adobo Merc. S. Juan	30.20 ^c	13.99 ^h	10.62 ^e	17.57 ^g	37.20 ^{bc}	25.14 ^c	9.77 ^h	5.86 ^{de}
Almadrado Merc. S. Juan	28.12 ^b	9.59 ^f	7.42 ^b	12.12 ^d	37.71 ^{bc}	23.46 ^b	6.42 ^f	4.15 ^b
Pipian Merc. S. Juan	36.79 ^d	20.48 ⁱ	20.34 ^g	28.86 ^h	44.81 ^d	30.70 ^d	15.58 ⁱ	10.89 ^f
Coloradito Oaxaca	25.55 ^a	3.40 ^c	2.27 ^a	4.09 ^b	33.25 ^a	21.45 ^a	2.14 ^c	1.31 ^a
Rojo Oaxaca	25.48 ^a	2.28 ^b	1.65 ^a	2.82 ^a	35.89 ^{ab}	21.39 ^a	1.43 ^b	0.97 ^a
Poblano	42.90 ^e	6.48 ^d	8.43 ^c	10.64 ^c	52.44 ^e	36.18 ^f	4.89 ^d	5.53 ^{cd}
Poblano Almadrado	41.94 ^e	7.14 ^e	9.62 ^d	11.99 ^d	52.29 ^e	35.30 ^e	5.36 ^e	6.17 ^e

a, b, c, d, f, g, h, i = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$), DMS.

Al realizar el análisis estadístico para determinar si se encuentran diferencias significativas entre las muestras, se observa que en general todos los moles evaluados son oscuros, y que entre ellos si existen diferencias estadísticamente significativas (Gráfico 3.22), con respecto a los tonos rojos, estos varían de valores positivos de a^* hasta negativos que indican que se tienen tonos de rojos a verdes en el mole, como se mencionó anteriormente, se utilizan distintos ingredientes y distintas proporciones de estos en su preparación, lo que puede contribuir a las diferencias observadas en los valores de a^* (desde -2 hasta 20).

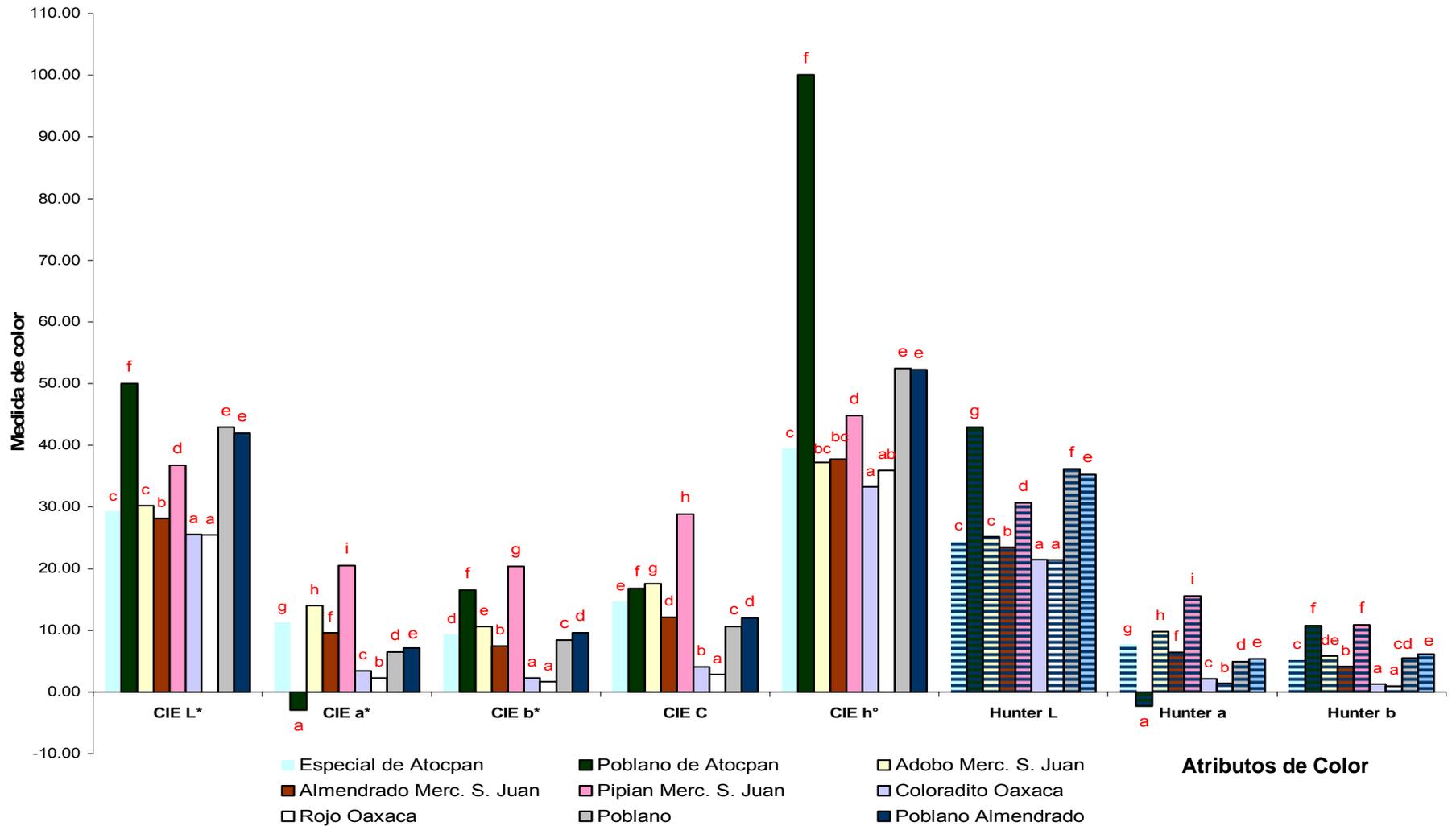


Gráfico 3.22. Características cromáticas en mole rojo

a, b, c, d, e, f, g, h, i = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

En lo que respecta a los demás atributos, también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de mole rojo evaluadas. Al observar los dos sistemas de evaluación, se encontró que ambos muestran la misma tendencia, es decir, se encuentran las mismas diferencias entre las muestras.

Mole Verde

Al realizar la evaluación de color en mole verde se obtuvieron los valores numéricos de los atributos de color que se presentan en la Tabla No. 3.16.

Tabla No. 3.16. Valores numéricos de atributos de color de mole verde

Mole verde								
Tipo de mole	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h°	L	a	b
Atocpan	50.01 ^c	-2.95 ^a	16.55 ^c	16.81 ^c	100.09 ^b	42.93 ^c	-2.27 ^a	10.77 ^b
Don Pancho	42.66 ^b	0.51 ^b	12.15 ^a	12.16 ^a	87.61 ^a	35.96 ^b	0.38 ^b	7.65 ^a
Mercado de San Juan	36.11 ^a	0.38 ^b	13.26 ^b	13.27 ^b	88.34 ^a	30.12 ^a	0.27 ^b	7.65 ^a

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$), DMS.

Aplicando el análisis estadístico (Gráfico 3.23) se encontró que las tres muestras son oscuras debido a que la luminosidad es menor de 60, y las tres presentan diferencia estadísticamente significativa entre sí, los valores del atributo a^* fueron menores a los de b^* , lo que indica una tendencia del color en el mole verde cargada hacia los tonos amarillos-verdosos; el tono, representado por h° no presenta diferencia estadísticamente significativa entre las muestras del Mercado de San Juan y la de Don Pancho, es decir ambas muestras tienen el mismo tono.

Con respecto a los dos sistemas de reporte (CIE y Hunter), se observa que ambos muestran las mismas diferencias excepto en el atributo b^* .

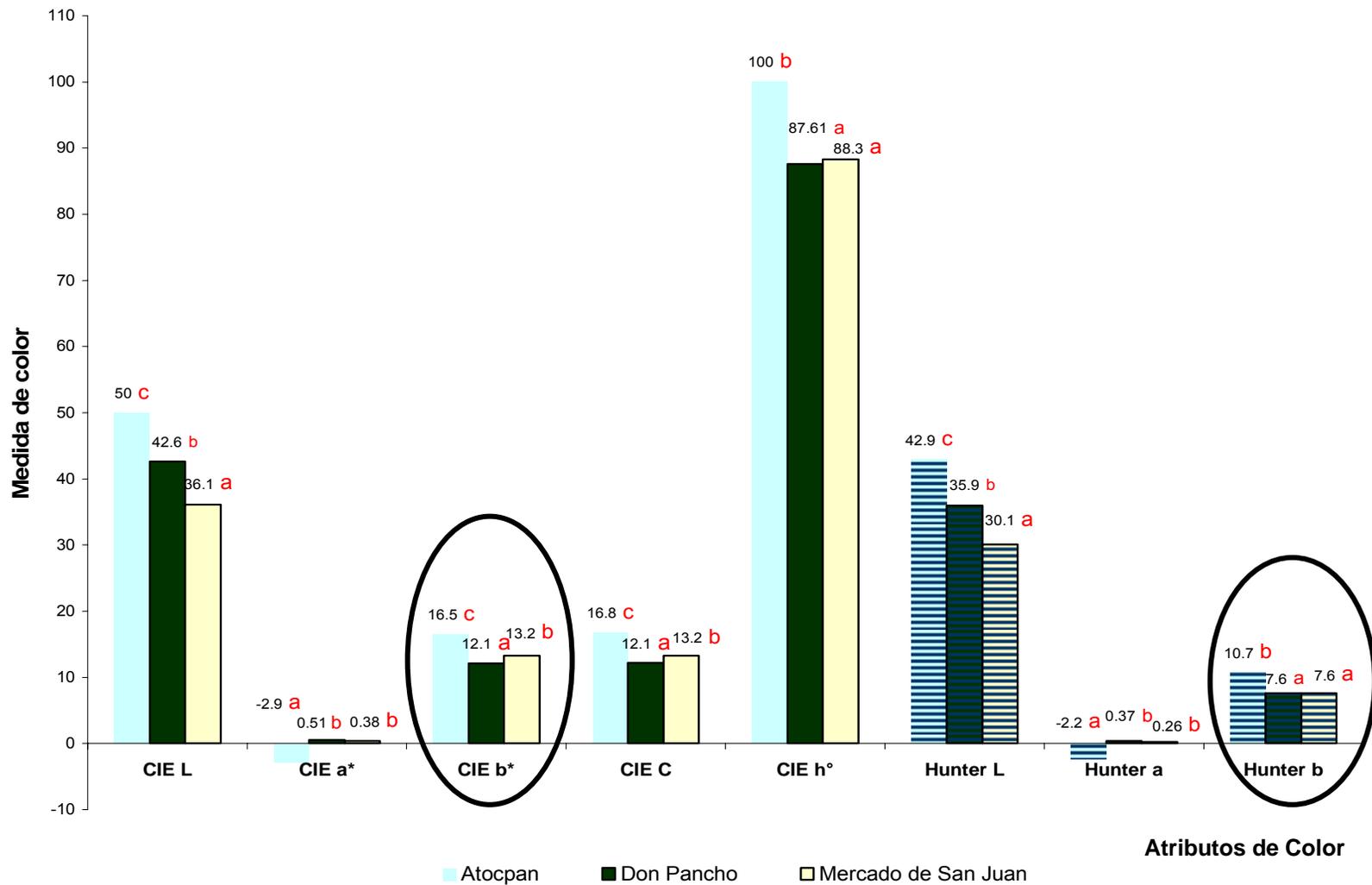


Gráfico 3.23. Características cromáticas en mole verde

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$)

Carne de Pollo

Las piezas de carne de pollo que fueron identificadas por los encuestados como de mayor consumo, muslo, pierna y pechuga, fueron elegidas para la evaluación de color, realizándose esta en la carne con piel y sin piel. Los resultados de la evaluación con piel, en ambos sistemas de reporte, se muestran en la Tabla No. 3.17, para las tres piezas más consumidas.

Tabla No. 3.17. Valores numéricos de atributos de color de pollo con piel

Muslo con piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	72.47 <i>b</i>	5.19 <i>a</i>	31.40 <i>a</i>	31.83 <i>a</i>	80.60 <i>b</i>	66.61 <i>b</i>	4.74 <i>a</i>	22.13 <i>a</i>
Comercial Mex.	74.40 <i>c</i>	7.42 <i>b</i>	38.00 <i>a</i>	38.74 <i>a</i>	78.95 <i>c</i>	68.80 <i>bc</i>	6.90 <i>ab</i>	25.85 <i>a</i>
Superama	69.24 <i>a</i>	6.87 <i>ab</i>	32.53 <i>a</i>	33.26 <i>a</i>	78.15 <i>a</i>	62.99 <i>a</i>	6.20 <i>ab</i>	22.15 <i>a</i>
Wal Mart	73.11 <i>bc</i>	6.9 <i>ab</i>	36.43 <i>a</i>	37.09 <i>a</i>	79.32 <i>bc</i>	67.33 <i>c</i>	6.37 <i>ab</i>	24.96 <i>a</i>
Pierna con piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	71.02 <i>b</i>	3.88 <i>ab</i>	27.28 <i>ab</i>	27.56 <i>ab</i>	81.90 <i>b</i>	64.98 <i>b</i>	3.50 <i>ab</i>	19.61 <i>ab</i>
Comercial Mex.	68.40 <i>d</i>	4.71 <i>c</i>	19.70 <i>b</i>	20.27 <i>b</i>	76.50 <i>a</i>	62.06 <i>d</i>	4.20 <i>c</i>	14.64 <i>c</i>
Superama	71.68 <i>a</i>	3.41 <i>a</i>	26.04 <i>a</i>	26.26 <i>a</i>	82.54 <i>b</i>	65.72 <i>a</i>	3.09 <i>a</i>	18.95 <i>a</i>
Wal Mart	69.25 <i>c</i>	4.49 <i>b</i>	24.04 <i>b</i>	24.48 <i>b</i>	79.28 <i>b</i>	63.01 <i>c</i>	4.03 <i>b</i>	17.43 <i>bc</i>
Pechuga con piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	68.48 <i>b</i>	6.54 <i>ab</i>	34.62 <i>ab</i>	35.24 <i>ab</i>	79.36 <i>b</i>	62.15 <i>b</i>	5.87 <i>ab</i>	23.06 <i>ab</i>
Comercial Mex.	73.92 <i>d</i>	10.68 <i>c</i>	40.00 <i>b</i>	41.41 <i>b</i>	74.98 <i>a</i>	68.25 <i>d</i>	9.98 <i>c</i>	26.87 <i>c</i>
Superama	65.47 <i>a</i>	4.66 <i>a</i>	30.01 <i>a</i>	30.38 <i>a</i>	81.20 <i>b</i>	58.86 <i>a</i>	4.08 <i>a</i>	20.17 <i>a</i>
Wal Mart	70.90 <i>c</i>	7.19 <i>b</i>	37.72 <i>b</i>	38.41 <i>b</i>	79.28 <i>b</i>	64.85 <i>c</i>	6.55 <i>b</i>	25.02 <i>bc</i>

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$), DMS.

Los resultados de la evaluación del pollo con piel se muestran en el Grafico 3.24, para el atributo de luminosidad, los resultados fueron mayores de 60 lo que indica un color claro, encontrándose en todas las muestras diferencia estadísticamente significativa para este atributo, entre la carne adquirida en Superama y las otras

tiendas. La evaluación del atributo a^* mostró valores menores a los de b^* , debido a que los tonos amarillos se encuentran representados por este último. En el caso del muslo con piel no se encontró diferencia estadísticamente significativa en los tonos amarillos de las muestras adquiridas en las tres tiendas (Gráfico 3.17), en contraste con la pechuga y la pierna de pollo con piel en donde sí se encontró diferencia estadísticamente significativa en esta característica cromática entre las muestras de diferente procedencia.

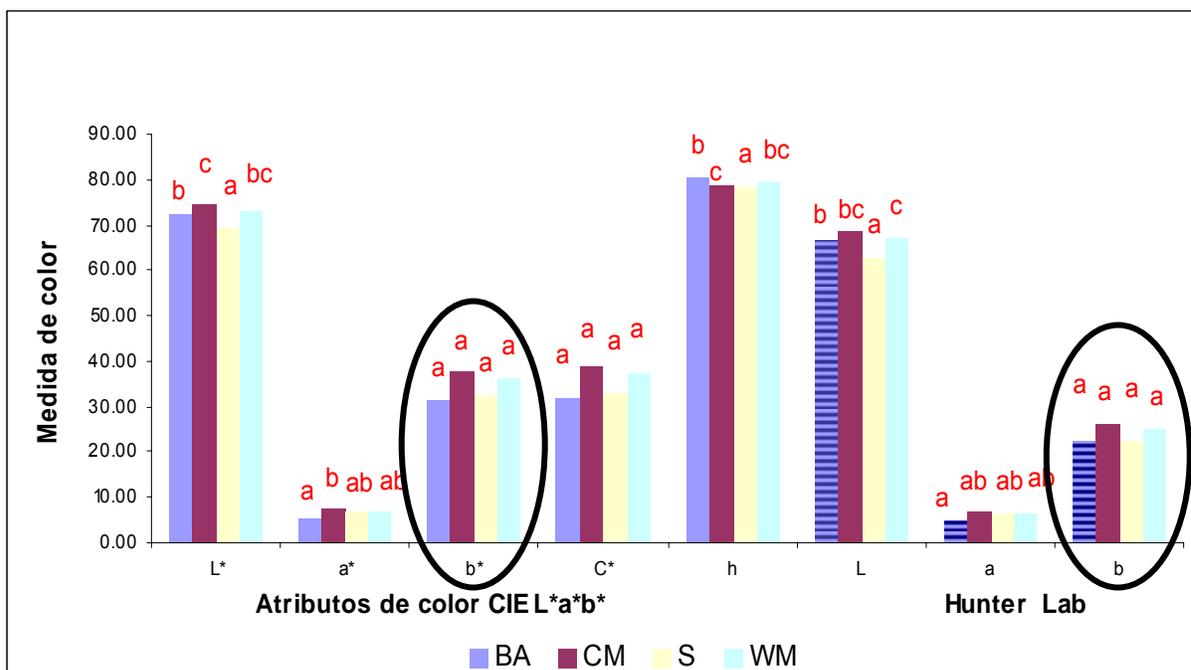


Gráfico 3.24. Características cromáticas en muslo de pollo con piel

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, CM: Comercial Mexicana, S: Superama, WM: Wal Mart)

Al evaluar el color en el pollo sin piel (directamente en la carne, Tabla 3.18), se encontró la misma tendencia que cuando se realizó la evaluación en la piel debido

a que el muslo no presentó diferencia estadísticamente significativa en los tonos amarillos en las muestras independientemente de su procedencia, pero la pierna y la pechuga si la presentaron (Gráfico 3.25).

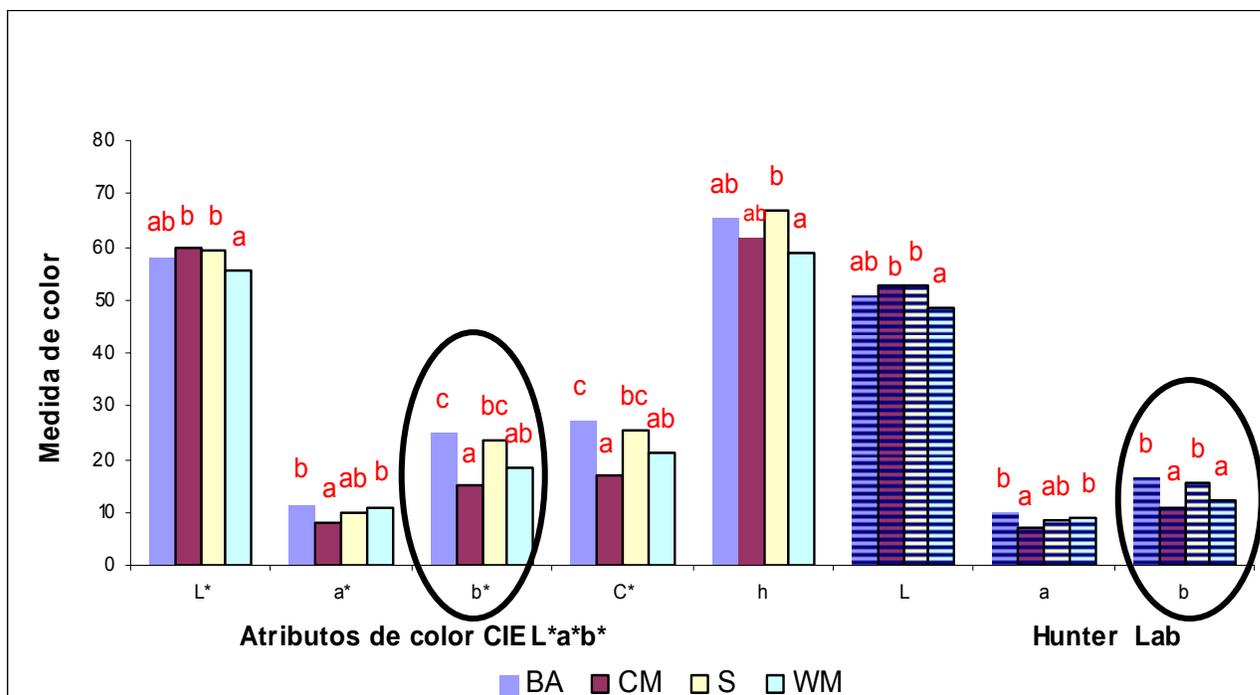


Gráfico 3.25. Características cromáticas en pierna de pollo sin piel

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, CM: Comercial Mexicana, S: Superama, WM: Wal Mart)

El análisis estadístico de los resultados obtenidos con los sistemas CIE como Hunter presentaron los mismos resultados, aunque este último es menos discriminativo al evaluar los tonos amarillos.

Tabla No. 3.18. Valores numéricos de atributos de color de pollo sin piel

Muslo sin piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	55.38a	12.72a	23.96 a	27.1 a	61.77 a	48.27 a	10.74 a	15.35 a
Comercial Mex.	58.08b	10.76a	23.68 a	26.06 a	65.84 a	51.04b	9.18 a	15.58 a
Superama	55.28a	10.84a	19.17 a	22.03 a	60.51 a	48.17 a	9.09 a	12.81 a
Wal Mart	57.37b	11.36a	19.75 a	22.90 a	58.82 a	50.31b	9.68 a	13.26 a
Pierna sin piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	57.86ab	11.44b	24.94c	27.45c	65.22ab	50.81ab	9.77b	16.24b
Comercial Mex.	59.81b	8.06a	15.11a	17.14a	61.49ab	52.84b	6.89a	10.80a
Superama	59.46b	9.82ab	23.57bc	25.63bc	66.74b	52.48b	8.41ab	15.70b
Wal Mart	55.70a	10.88b	18.21ab	21.31ab	58.89a	48.61a	9.13b	12.30a
Pechuga sin piel								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	55.77b	8.50ab	23.02b	24.54b	69.77b	48.67b	7.09a	14.96b
Comercial Mex.	57.05bc	12.61c	30.23c	32.79c	67.32ab	49.99bc	10.75c	18.71c
Superama	53.44 a	8.32 a	20.99 a	22.60 a	68.41b	46.32 a	6.83a	13.57 a
Wal Mart	58.99c	10.07b	21.30ab	23.56ab	64.69a	51.98c	8.62b	14.46ab

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa (p<0.01), DMS.

Comparando los valores de las características cromáticas, tanto para la carne como para la piel de pollo, con los valores reportados en la literatura, (Barbut, 2001), no hay una tendencia similar, porque en su trabajo reporta valores de $L = 51.7$, de $a^* = 1$ y de $b^* = 4.1$ y en este estudio se encontraron valores de $L > 53$ al evaluar la carne (lo cual es muy cercano a los datos reportados en la literatura), pero en la piel los valores de L son mayores de 70, lo que indica mayor claridad del color en la piel que en la carne de pollo. En el caso de a^* , evaluado en la piel de pollo, presenta valores desde 3 hasta 10, y en la carne valores desde 8 hasta 12, que son evidentemente más altos a los resultados reportados en el

trabajo de Barbut. Al evaluar los tonos amarillos (b^*) en la piel, se obtuvieron valores desde 19 hasta 40, y en la carne de pollo desde 19 hasta 30, y comparado estos valores con lo reportado en literatura se observó que, en este estudio los pollos evaluados presentan mayores tonos amarillos.

Con respecto a la norma, el pollo evaluado se puede clasificar como pigmentado o pintado, ya que se evaluaron en la piel tonos amarillos resultado de la pigmentación por alimentación o en el área de procesamiento, (NMX-FF-080, 2006).

Carne de Res

Los resultados de la encuesta de consumo indicaron que la bola, falda y espaldilla de res son los cortes más consumidos, mismos que fueron usados para la evaluación de color, encontrando para cada uno de ellos los valores que se observan en la Tabla No. 3.19.

Tabla No. 3.19. Valores numéricos de atributos de color de carne de res

Bola								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Tienda								
Bodega Aurrera	41.10 ^b	13.59 ^b	9.75 ^b	16.73 ^b	35.70 ^a	34.54 ^b	10.41 ^b	6.19 ^b
Superama	39.53 ^a	9.59 ^a	7.17 ^a	12.00 ^a	36.49 ^a	33.12 ^a	7.13 ^a	4.59 ^a
Wal Mart	41.77 ^b	12.71 ^b	10.13 ^b	16.29 ^b	38.27 ^a	35.15 ^b	9.75 ^b	6.44 ^b
Espaldilla								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Tienda								
Bodega Aurrera	36.81 ^a	9.41 ^a	5.87 ^a	11.09 ^a	31.95 ^a	30.72 ^a	6.83 ^a	3.71 ^a
Superama	39.94 ^b	12.78 ^b	9.25 ^b	15.79 ^b	36.00 ^b	33.49 ^b	9.66 ^b	5.80 ^b
Wal Mart	45.62 ^c	14.35 ^b	12.33 ^c	18.92 ^b	40.69 ^c	38.71 ^c	11.39 ^b	7.99 ^c
Falda								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Tienda								
Bodega Aurrera	45.65 ^c	9.46 ^a	9.07 ^b	13.11 ^b	43.84 ^c	38.75 ^c	7.38 ^b	6.07 ^b
Superama	37.20 ^a	8.64 ^a	4.87 ^a	9.92 ^a	29.38 ^a	31.06 ^a	6.27 ^a	3.12 ^a
Wal Mart	39.47 ^b	13.35 ^b	10.60 ^c	17.05 ^c	38.51 ^b	33.07 ^b	10.07 ^c	6.56 ^c

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa (p<0.01), DMS.

Al realizar el análisis estadístico se observó que en los valores de luminosidad las muestras son de color oscuro ya que presentan valores de L^* entre 36 y 45, mostrando los tres cortes diferencia estadísticamente significativa en este atributo, los valores de a^* y b^* fueron muy similares (entre 7 y 15), lo que indica tonos rojos. En el corte de res llamado bola, la muestra que presentó diferencia estadísticamente significativa con respecto a las otras, es la que se adquirió en Superama, que en general fue más oscura y presentó valores de las otras características cromáticas por debajo de los valores encontrados para las muestras de Bodega Aurrera y Wal Mart, (Gráfico 3.26).

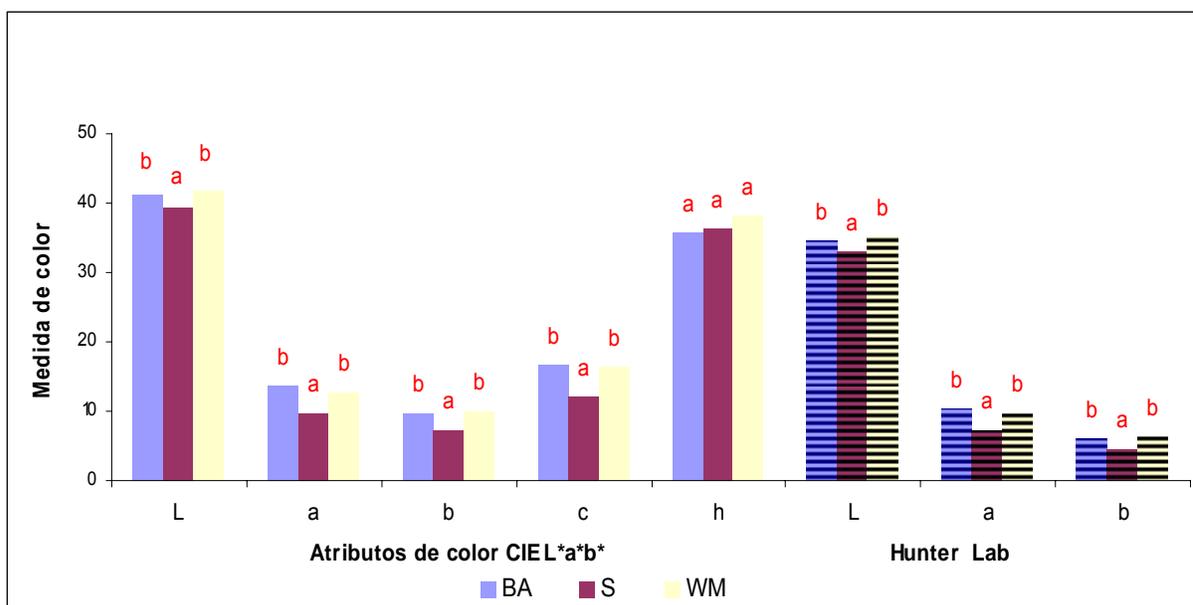


Gráfico 3.26. Características cromáticas en bola de res

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, S: Superama, WM: Wal Mart)

Con respecto a los otros cortes (falda y espaldilla), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los atributos de color, con la excepción de la espaldilla de res de Bodega Aurrera que presentó los valores más bajos de las características cromáticas y mientras que en la falda de res fue la muestra de Superama.

Los valores de los atributos de color reportados en la literatura, concuerdan con los datos obtenidos de la evaluación de color que estos cortes de carne de res arrojaron, (Barbut, 2001, Kim, 2003, Raes, 2003), ya que la luminosidad los valores oscilaron entre 35 y 42, para los tonos rojos se reportan valores menores a 20 y en el tono amarillo se reportan valores hasta de 21, (Raes, 2003), los datos experimentales, provenientes de carne de res nacional y registrada como TIF entran en el intervalo de valores reportados por la literatura antes mencionada.

Carne de Cerdo

En el caso de la carne de cerdo también fueron evaluados los cortes que mas consumidos. Los valores numéricos de los atributos de color se presentan en la Tabla No. 3.20, en donde cada uno de estos representa el promedio de seis evaluaciones.

Tabla No. 3.20. Valores numéricos de atributos de color de carne de cerdo

Lomo								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	58.33 ^b	2.91 ^a	13.29 ^b	13.70 ^b	77.98 ^b	51.30 ^b	2.43 ^a	9.58 ^b
Superama	49.72 ^a	4.74 ^a	11.18 ^a	12.19 ^a	67.17 ^a	42.65 ^a	3.74 ^a	7.61 ^a
Wal Mart	57.73 ^b	7.10 ^b	13.79 ^b	15.51 ^c	62.76 ^a	50.68 ^b	5.98 ^b	9.85 ^b
Maciza								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	49.48 ^a	8.51 ^a	10.47 ^a	13.55 ^a	51.58 ^a	42.44 ^a	6.79 ^a	7.15 ^a
Superama	52.18 ^{ab}	6.12 ^{ab}	10.61 ^a	12.27 ^a	60.14 ^b	45.06 ^{ab}	4.95 ^a	7.43 ^a
Wal Mart	53.23 ^b	10.77 ^b	14.00 ^b	17.67 ^b	52.40 ^a	46.11 ^b	8.91 ^b	9.60 ^b
Milanesa								
	CIE L*a*b*					Hunter Lab		
Tienda	L*	a*	b*	C*	h	L	a	b
Bodega Aurrera	52.45 ^a	7.92 ^b	13.72 ^a	15.84 ^b	60.01 ^a	45.33 ^a	6.45 ^b	9.36 ^a
Superama	56.17 ^b	4.15 ^a	12.12 ^a	12.84 ^a	71.28 ^b	49.08 ^b	3.42 ^a	8.66 ^a
Wal Mart	55.55 ^b	3.60 ^a	12.85 ^a	13.41 ^a	74.49 ^b	48.45 ^a	2.95 ^a	9.08 ^a

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa (p<0.01), DMS.

Para el atributo de luminosidad (L^*) se obtuvieron valores menores a 60, lo que se considera como un color oscuro, coincidiendo con el valor reportado por Barbut, (Barbut, 2001); el valor reportado de los tonos amarillos ($b^* = 3$) es menor al que se determinó en este trabajo ($b^* > 10$) y los valores de a^* son similares a los reportados ($a^* = 5.9$). Con respecto a las diferencias estadísticas que se determinaron en los tres cortes se observó la misma tendencia para los tres

cortes, por lo que se muestran como ejemplo los resultados del lomo de cerdo (Gráfico 3.27).

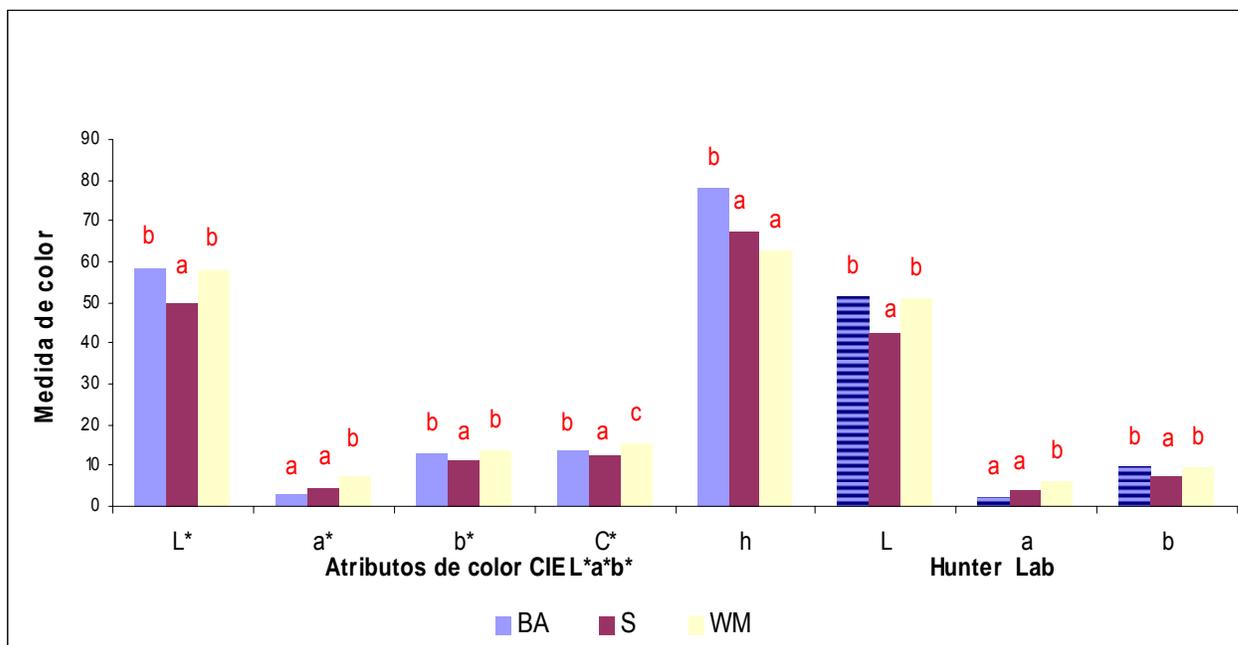


Gráfico 3.27. Características cromáticas en lomo de cerdo

a, b, c = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). (BA: Bodega Aurrera, S: Superama, WM: Wal Mart)

En la gráfica se puede observar que las muestras de Bodega Aurrera y Wal Mart no presentan diferencia estadísticamente significativa en luminosidad como en tonos amarillos, y que en la saturación o concentración del color todas las muestras fueron diferentes, en general las muestras de carne de cerdo fueron diferentes entre sí, pero siguen una tendencia en sus características cromáticas ya que los valores de a^* son menores a 10, los valores de b^* son mayores a 10 y la concentración del color es mayor a 12, lo que significa que se van a tonos rosados.

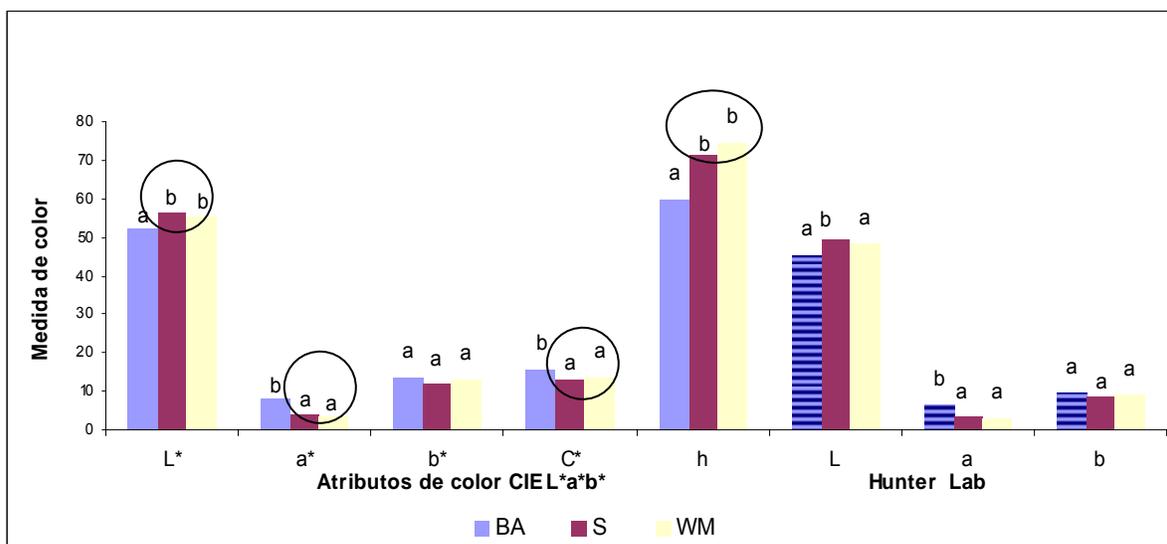


Gráfico 3.28. Características cromáticas en muestras de milanesa o bistec de cerdo
 a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$), usando DMS. (WM: Wal Mart, BA: Bodega Aurrera, S: Superama)

Como se observa en el Gráfico 3.28, los atributos de color como L , a^* , C y h° (para el sistema CIE), las muestras de Wal Mart y Superama no presentan diferencia estadísticamente significativa.

Con respecto a la norma que aplica a este producto, se indica que el color se debe observar en el lomo, lo cual coincidió con el corte que el consumidor considera de mayor consumo y que tiene tonalidades como el pálido, ligeramente rosa grisáceo, rosa, rojo claro y rojo oscuro, (NMX-FF-081, 2003), pero no indica un intervalo numérico que cumplir.

3.3 P R U E B A D E P R E F E R E N C I A

La prueba de preferencia fue aplicada a consumidores habituales, es decir, personas que realizan la compra de los alimentos evaluados; se realizó en la entrada de la Tienda UNAM. En la Tabla 3.21 se muestran los datos generales de los participantes como edad y sexo, así como el número de encuestas aplicadas. Es necesario mencionar que en todos los casos se realizaron 100 encuestas, pero varias de ellas fueron anuladas porque el consumidor abandonó la prueba dejando inconcluso el cuestionario.

Tabla No. 3.21. Datos generales sobre prueba de preferencia

Muestra	No. de Participantes	Intervalo de Edad de los Participantes (años)	Sexo de participantes los (%)	
			F	M
Tortilla de maíz	99	19-69	68	32
Chiles Ancho	95	19-69	68	32
Chile de Árbol	100	19-69	72	28
Chile Guajillo	100	19-69	72	28
Mole Rojo	97	19-69	73	27
Mole Verde	99	19-69	69	31
Carne de Pollo	100	19-69	72	28
Carne de Res	100	19-69	72	28
Carne de Cerdo	100	19-69	72	28

Los resultados de la prueba de preferencia se muestran a continuación, divididos en secciones para cada alimento en estudio.

Tortilla de maíz

Para la prueba de preferencia se eligieron las tortillas con valores de b^* (entre 15 y 28) y L^* (entre 69 y 79), abarcando el intervalo de resultados que presentaron las muestras evaluadas instrumentalmente: fueron seleccionadas para esta prueba

muestras de la Delegación Álvaro Obregón, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras y Venustiano Carranza. Los resultados de la prueba de preferencia mostraron que la muestra de la Delegación Magdalena Contreras, fue la que el consumidor colocó más veces en primer lugar. Sin embargo esta tortilla no mostró diferencia estadísticamente significativa con las muestras de Iztapalapa, Venustiano Carranza e Iztacalco, pero si con la muestra de Álvaro Obregón, (Gráfico 3.29), que fue la muestra menos preferida.

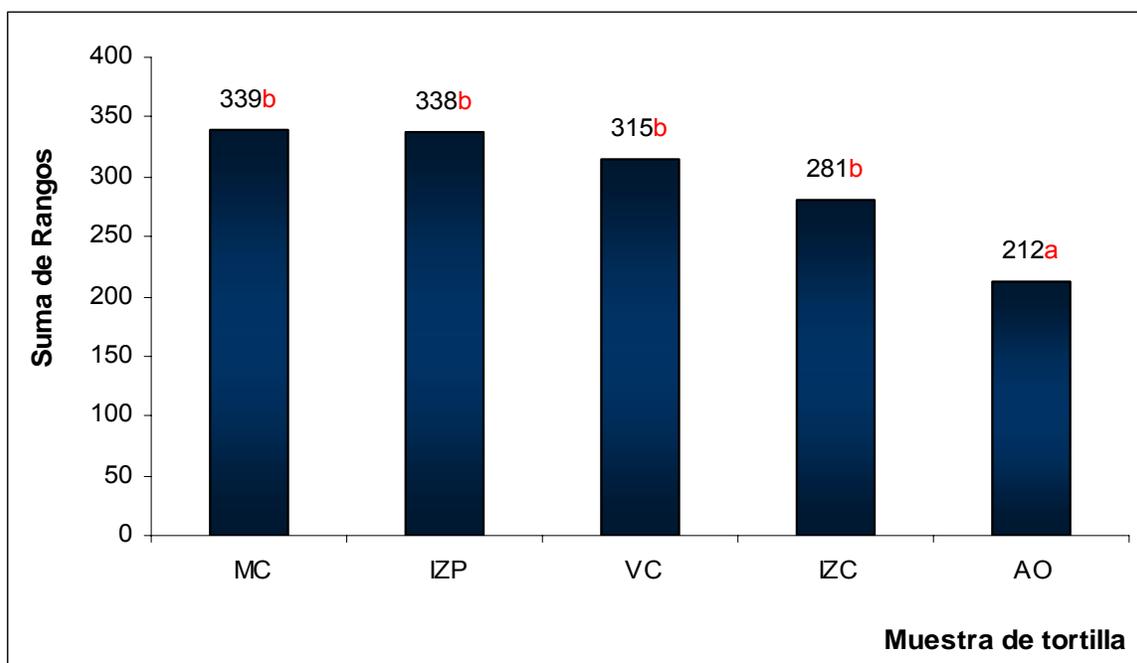


Gráfico 3.29. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de tortilla

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=99$, ($p<0.05$), usando LSRD. (MC: Magdalena Contreras, IZP: Iztapalapa, VC: Venustiano Carranza, IZC: Iztacalco, AO: Álvaro Obregón)

Comparando estos resultados con los valores de los atributos de color, se observa una relación en la que, el consumidor prefiere tortillas con altos valores de b^* , es decir, que el color este más concentrado ya que la muestra de Magdalena Contreras fue la **menos luminosa** y con mayor valor en los **tonos amarillos**, a

diferencia de la muestra de Álvaro Obregón que presentó menor valor en los tonos amarillos y mayor claridad lo cual se pudo deber a un lavado excesivo del maíz cocido, (Martínez, 2001, Muñoz, et al., 1999). Según la encuesta de consumo, los participantes esperaban encontrar en una tortilla de maíz, el color amarillo de mediana claridad (72.57, con respecto a todas las muestras evaluadas), que es el que presenta la muestra que fue elegida más veces en primer lugar en la prueba de preferencia.

Al preguntarle al consumidor cual fue la razón por la que eligió la muestra en primer lugar, el 43.5% de ellos indicó que el color influyó en su decisión, mientras que para el 31% lo que influyó fue la textura que a simple vista tenía la tortilla, lo que concuerda con los resultados de la encuesta de consumo previa en donde el color y la textura son las características más importantes en la tortilla. El **tono**, que es lo que el consumidor reconoce como color, (Meilgard, 1999), fue la característica que ayudó a determinar la decisión de preferencia en el 72% de los encuestados. El color que mostró la tortilla que eligieron en primer lugar se relacionó con atributos como **natural** y **fresca**, en el 46% y 31% de los encuestados, respectivamente. Por último, la razón por la que fue elegida la muestra de la Delegación Álvaro Obregón en último lugar, fue porque en general presentó un color claro y con pocos tonos amarillos, según el 60% de los participantes.

Chiles secos

Se seleccionaron para realizar la prueba de preferencia los tres chiles secos que resultaron ser los más consumidos (ancho, de árbol y guajillo), según la encuesta de consumo. Para las tres muestras las características que influyeron en el consumidor para elegir al chile más preferido fueron el color, la textura y el tamaño, con respecto a las características de color de la muestra es el **tono** y el **brillo** (luminosidad) quienes ayudaron a la elección de la muestra más preferida, siendo estos un índice de deshidratación y de pungencia.

Chile Ancho

Para el chile ancho, la muestra más preferida fue la adquirida en el mercado de la Merced, las muestras adquiridas en la Central de Abasto y en Superama tuvieron una preferencia intermedia; mientras que la muestra adquirida en Bodega Aurrera fue la que menos se prefirió, (Gráfico 3.30).

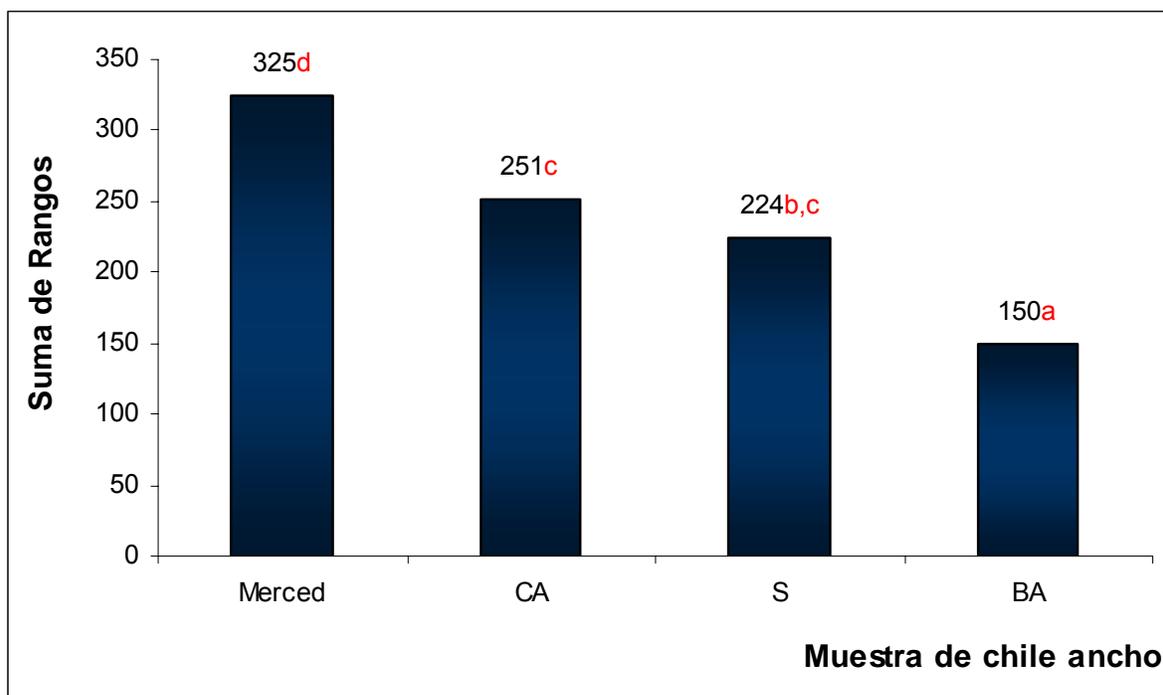


Gráfico 3.30. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de chile ancho

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=95$, ($p<0.05$), usando LSRD. (CA: Central de Abasto, S: Superama, BA: Bodega Aurrera)

La determinación de color de forma instrumental indicó que las muestras adquiridas en las distintas tiendas, presentan diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los atributos de color para los tres tipos de chile. Se observa que la muestra con mayor valores de a^* y b^* y por consecuencia en C^* fue la que el consumidor eligió más veces en primer lugar y que podría indicar que el consumidor basó su decisión en este atributo de color para hacer su elección.

Chile de Árbol

En las muestras de chile de árbol, en el Gráfico 3.31 se observa que se prefirieron las muestras de Superama y Bodega Aurrera, siendo la de Superama la que

apareció más veces en primer lugar, siendo menos preferidas las muestras de la Merced y de la Central de Abasto.

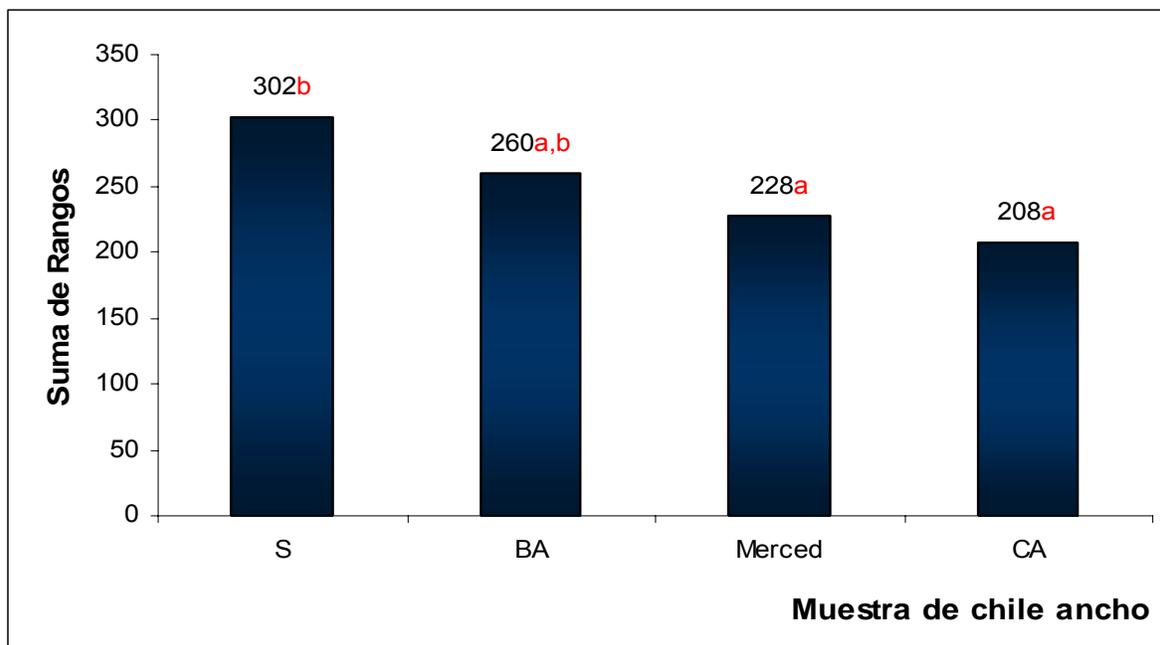


Gráfico 3.31. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de chile de árbol
a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa n=100, (p<0.05), usando LSRD. (CA: Central de Abasto, S: Superama, BA: Bodega Aurrera)

Chile de Guajillo

En las muestras de chile guajillo las muestras preferidas fueron las de Central de Abasto y Bodega Aurrera, aunque no se presenta diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de Central de Abasto, Merced y Superama, lo cual indica que el consumidor prefiere por igual estas muestras, (Gráfico 3.32).

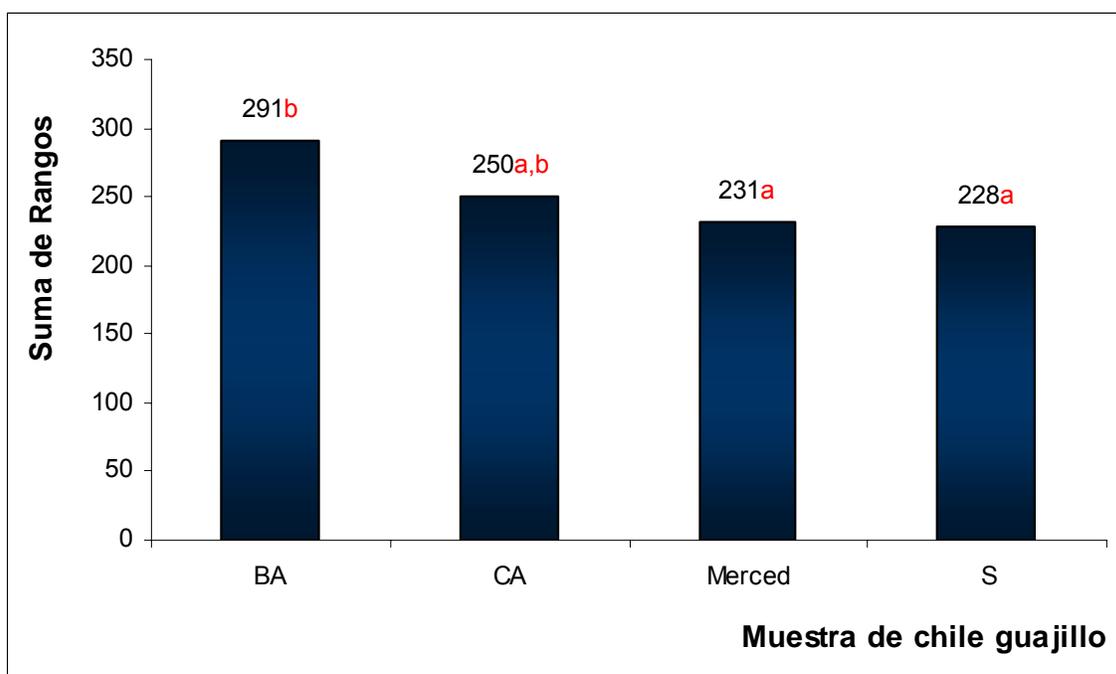


Gráfico 3.32. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de chile de guajillo
a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa n=100, (p<0.05), usando LSRD. (CA: Central de Abasto, S: Superama, BA: Bodega Aurrera)

Los resultados obtenidos en la prueba de preferencia, para este tipo de chile, se corroboran en la evaluación del atributo h° (tono), ya que no se encontró diferencia estadísticamente significativa, indicando con esto que a pesar de provenir de diferentes tiendas, conservan sus propiedades cromáticas.

Mole Rojo

El mole rojo y el mole verde son completamente diferentes por lo que fue necesario hacer la prueba de preferencia por separado.

Para el **mole rojo** se compararon los moles Poblano de Puebla, Almendrado y Pipian del Mercado de San Juan, Especial de Atocpan y Rojo de Oaxaca. Los resultados se muestran en el Gráfico 3.33. Se observa que el mole elegido más veces en primer lugar, fue el almendrado del mercado de San Juan, siendo este y

el de Atocpan los más preferidos; el mole rojo de Oaxaca tuvo una preferencia intermedia siendo el pipian del mercado de San Juan y mole de Puebla los menos preferidos.

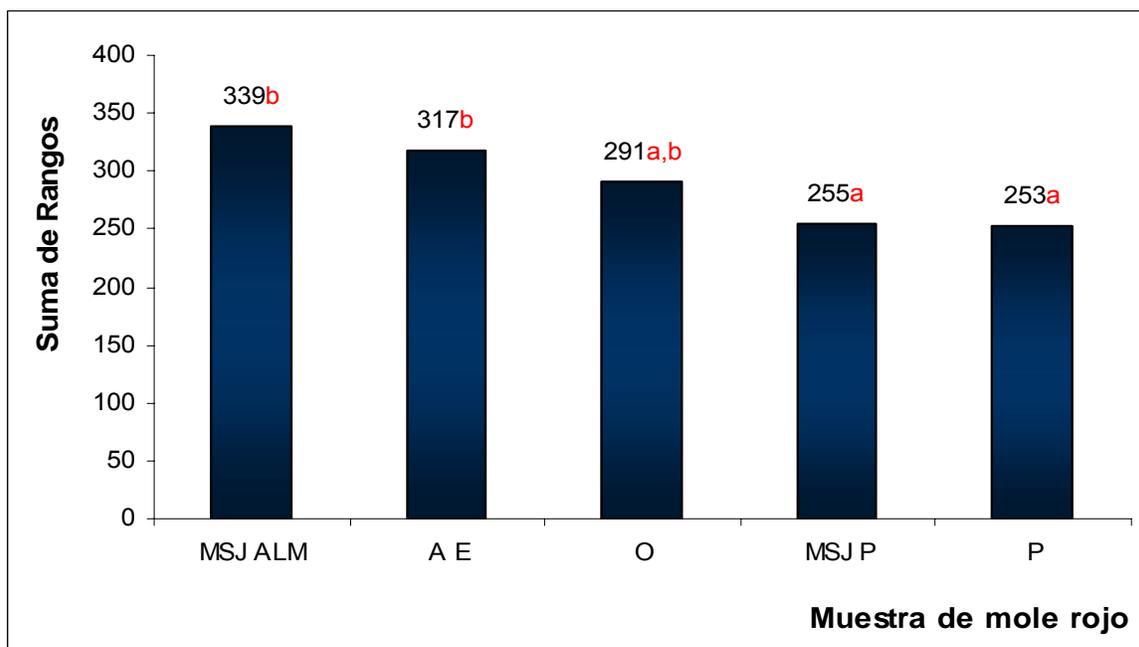


Gráfico 3.33. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de mole rojo

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=97$, ($p<0.05$), usando LSRD. (MSJ ALM: Mole Almendrado del Mercado de San Juan, AE: Mole Especial de Atocpan, O: Mole Rojo de Oaxaca, MSJP: Pipian del Mercado de San Juan, P: Poblano de Puebla)

En este alimento, el 50% de los participantes indicaron que la característica que influyó en su elección fue el color pero el otro 50% señaló a la textura que presentaron las muestras, además es importante mencionar que durante el desarrollo de la prueba al pedirles a los consumidores que nos indicaran cual de las muestras preferían, ellos insistían en tocarlos y probarlos, ya que era necesario saborearlo para poder elegir; esto reafirma el resultado encontrado en la encuesta de consumo donde el sabor fue más importante en este tipo de muestras al

momento de la compra. El tono fue la característica de color que influyó en la elección del consumidor, y el color de la muestra elegida más veces en primer lugar, indicó al consumidor que el mole es fresco, la muestra que el consumidor eligió más veces en último lugar fue debido al color y la textura que presentó, en este caso se trata del mole poblano, el cual presentaba un color más oscuro.

Con respecto a la relación con los datos instrumentales, los tres tipos de mole elegidos más veces en primer lugar, tuvieron valores del atributo h° muy cercanos, a pesar de que en los otros atributos si se observaron diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que los consumidores se basaron en el tono presentado por las muestras para elegir la que más preferían.

Mole Verde

Para el **mole verde** se compararon los moles del Mercado de San Juan, otro marca Don Pancho y el de Atocpan. De los resultados (Gráfico 3.34) se pudo observar que el mole verde más preferido, fue el adquirido en el Mercado de San Juan, presentando diferencia estadísticamente significativa con las muestras de Don Pancho y Atocpan (que entre sí no presentaron diferencia estadísticamente significativa). Para estas muestras la textura y el color influyeron en la decisión del consumidor, el color de la muestra que fue elegida en primer lugar fue índice de frescura para el consumidor.

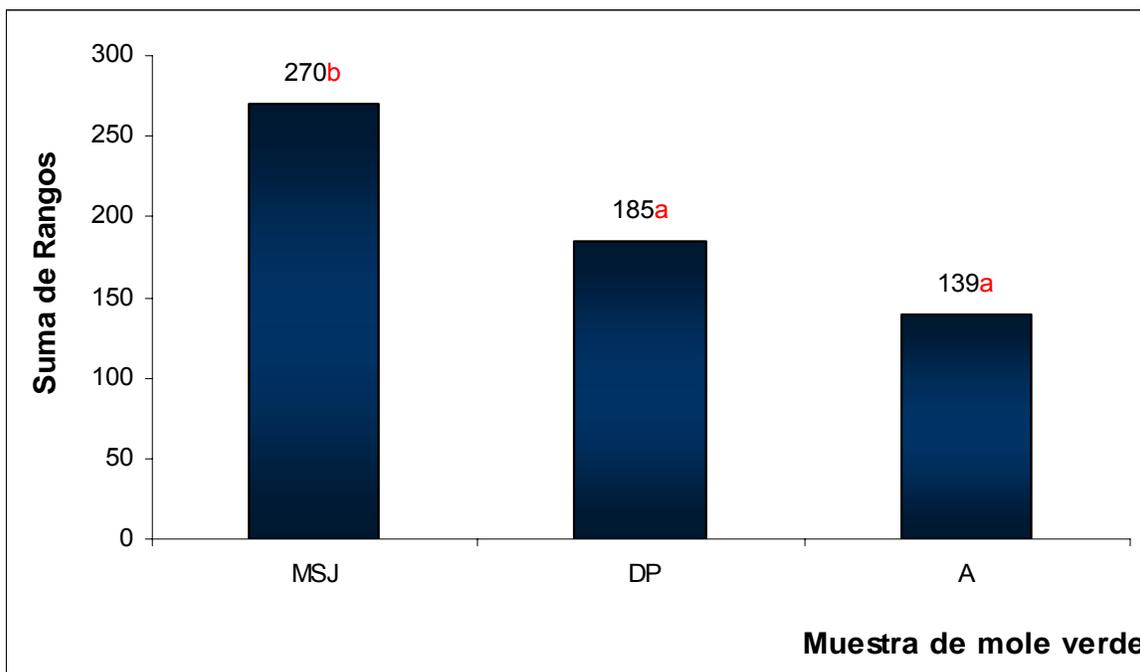


Gráfico 3.34. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de mole verde

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=99$, ($p<0.05$), usando LSRD. (MSJ: Mole verde del Mercado de San Juan, DP: Mole verde Don Pancho, A: Mole verde de Atocpan)

Al comparar los resultados con los valores instrumentales de color, se observó que los tipos de mole son diferentes estadísticamente en color. El mole verde del mercado de San Juan presentó siempre los valores intermedios para los atributos de color evaluados instrumentalmente y en el caso de la prueba de preferencia fue la que los consumidores eligieron más veces en primer lugar. Encontrándose que no hay diferencia estadísticamente significativa entre la muestra de mole Don Pancho y el de Atocpan en la prueba de preferencia pero si se encontró diferencia en la evaluación instrumental, lo que indica que los consumidores se basaron en la textura presentada por las muestras para tomar sus decisión y no en el color que

en la evaluación instrumental presentó diferencia estadísticamente significativa en todas las muestras evaluadas.

Carne de Pollo

Para la carne de pollo fresca, participaron las cuatro tiendas que se eligieron para la evaluación instrumental de color, la pieza de mayor consumo fue la pierna, en la que se evalúa el color en la piel, por lo que en la prueba de preferencia se le presentó a los consumidores esta pieza con piel.

Los resultados de la prueba de preferencia se muestran en la Gráfica 3.35, donde se observa que la muestra que más veces fue elegida en primer lugar fue la de la tienda Wal Mart, no mostrando diferencia estadísticamente significativa con las muestras de Comercial Mexicana y Bodega Aurrera, pero si con la muestra de la Tienda Superama que fue la menos preferida.

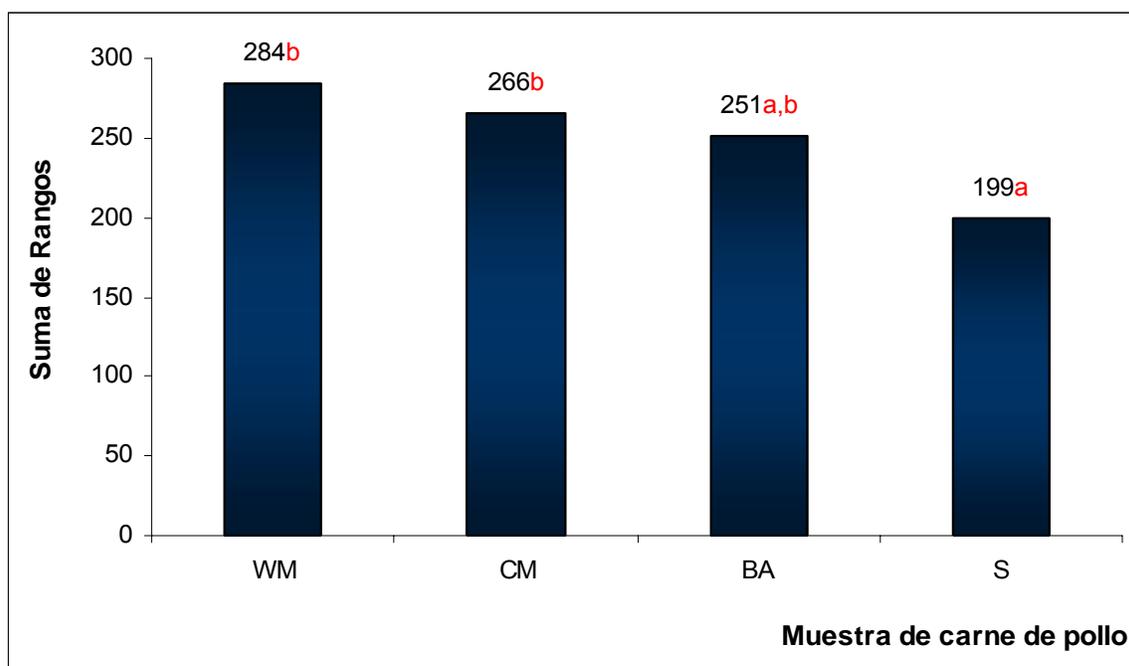


Gráfico 3.35. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de carne de pollo fresca

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=100$, ($p<0.05$), usando LSRD. (WM: Wal Mart, CM: Comercial Mexicana, BA: Bodega Aurrera, S: Superama)

Para el 50% de los encuestados, el color fue el atributo que les permitió asignar un orden de preferencia y el principal atributo para asignar el primer lugar, seguido del tamaño que influyó en el 30% de los participantes, tendencia que se repite en la encuesta de consumo aplicada con anterioridad. En cuanto al tono el 64% de las personas participantes indicaron fue la característica de color que ayudó a la elección de la muestra, además de asociarlo a carne **fresca** (según el 81% de los encuestados), el color fue la razón por la que la muestra de Superama fue elegida en último lugar.

Comparando los resultados de la prueba de preferencia con los datos instrumentales de las características cromáticas, se observa que las muestras de Wal Mart y Comercial Mexicana presentaron menor claridad, comparando con las

muestras de Bodega Aurrera y Superama que tienen mayores valores de L y mayores valores de b^* , es decir, los consumidores prefieren muestras de carne de pollo fresca menos concentradas en color amarillo y no tan claras. Como comentario adicional por parte de los consumidores, estos indicaron que no les agradan las piezas que presentan mucha grasa.

Carne de Res

En la carne de res el corte más consumido fue la bola, siendo este el presentado al consumidor en la prueba de preferencia; los resultados de la misma se muestran en la Gráfica 3.36, encontrando que la muestra más preferida fue la de Superama seguida de las muestras de Wal Mart y Bodega Aurrera entre las que no se observó diferencia.

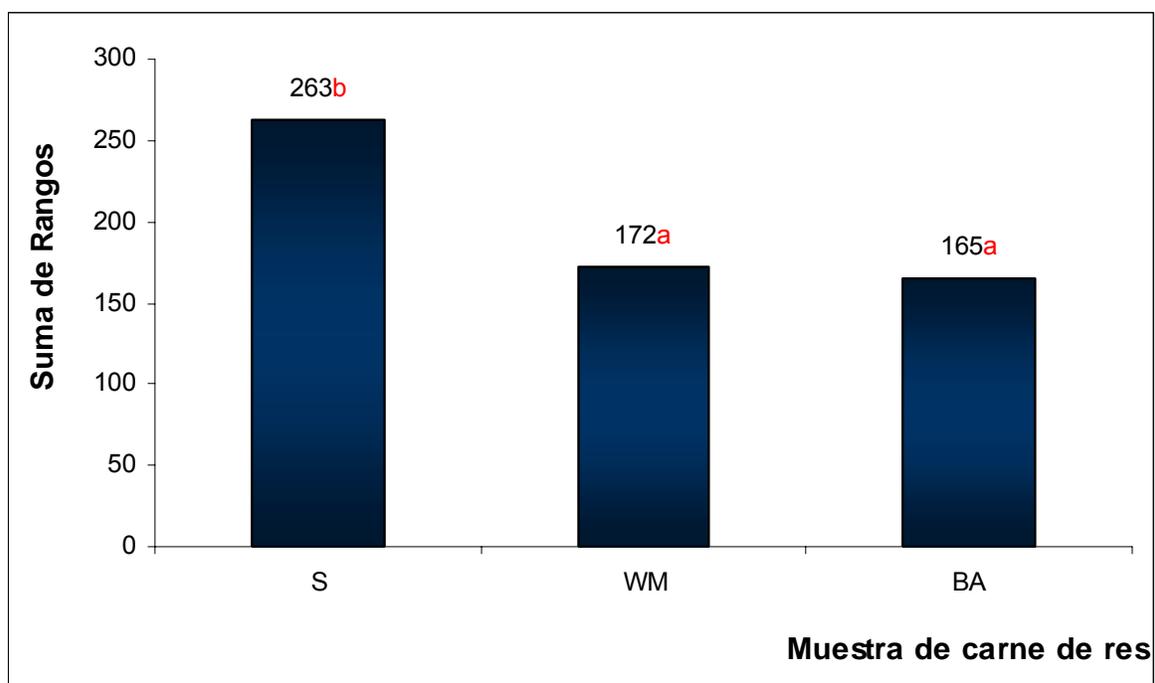


Gráfico 3.36. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de carne de res

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa $n=100$, ($p<0.05$), usando LSRD. (WM: Wal Mart, BA: Bodega Aurrera, S: Superama)

Nuevamente se vuelve a observar que el color fue determinante en la elección de la muestra más preferida, siendo el tono la característica de color más influyente. El 60% de los participantes indicó que el color que presentaba la muestra le hacía pensar que estaba fresca y jugosa, como comentario adicional de los consumidores prefieren la carne de res sin nervios y sin grasa.

Al comparar los datos de los atributos de color con respecto a la prueba de preferencia en bola de res, se observa que instrumentalmente las muestras de Wal Mart y Bodega no presentan diferencia estadísticamente significativa al igual que en la prueba de preferencia y que la muestra de Superama es diferente estadísticamente en luminosidad, tonos rojos, tonos amarillos y en la saturación del color, por lo que el hecho de presentar **menor valor numérico** en estos atributos la lleva a ser seleccionada como más preferida por los consumidores, presentando $L^* = 39.53$, $a^* = 9.59$, $b^* = 7.17$ y $C = 12$.

Carne de Cerdo

En este alimento, la principal forma de consumo fue como bistec, (resultados de la encuesta de consumo), por lo que así fue presentada para la prueba de preferencia. Los resultados de la prueba de preferencia se muestran en la Gráfica 3.37, en ella se puede observar que la muestra de Superama, a pesar de que el consumidor la eligió más veces en primer lugar, no presentó diferencia estadísticamente significativa con la muestra de Wal Mart, mientras que la muestra de Bodega Aurrera fue la menos preferida.

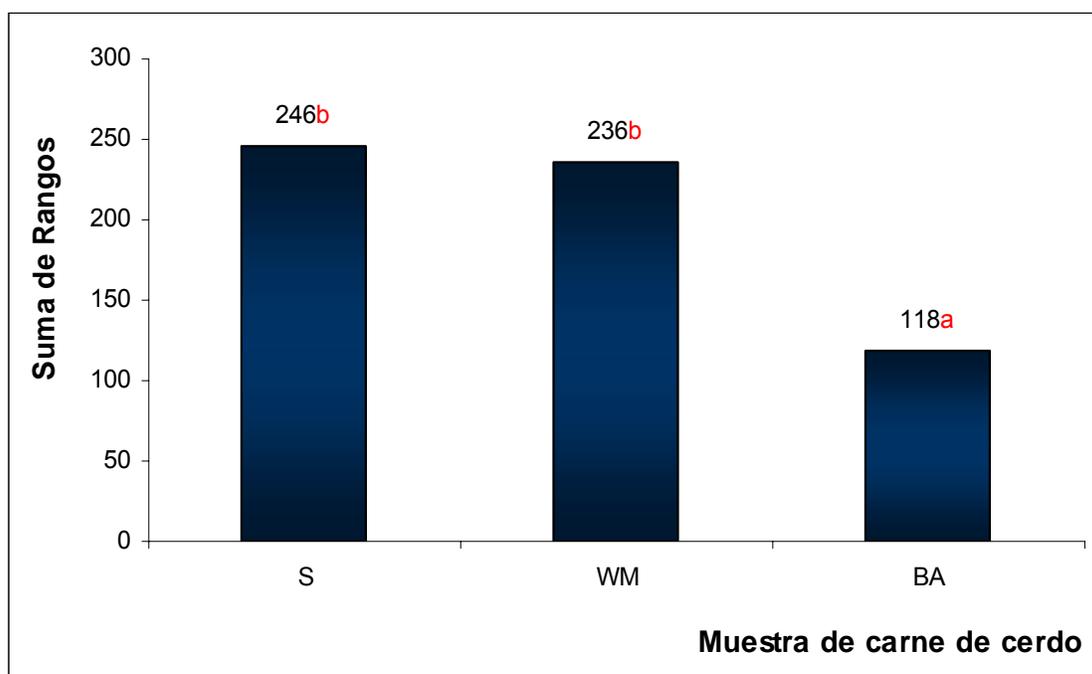


Gráfico 3.37. Prueba de Preferencia aplicada a muestras de carne de cerdo

a, b = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa n=100, ($p < 0.05$), usando LSRD. (WM: Wal Mart, BA: Bodega Aurrera, S: Superama)

La característica que influyó en la selección del primer lugar fue el color (en el 52% de los encuestados), seguida de la textura, resultados que coinciden con lo reportado en la encuesta de consumo, siendo el tono la característica de color que determinó la elección del 67% de las personas. El color de la muestra que se eligió en primer lugar indicó, que la carne era **fresca** y **jugosa** para el 61% y 26% de los participantes, respectivamente, y la razón por la que el 62% de los encuestados eligió la muestra de Bodega Aurrera en último lugar, fue por el color oscuro que presentaba. Al realizar la comparación de los valores de los atributos de color, con lo que se determinó en la prueba de preferencia, se encontró que la muestra adquirida en la Tienda Wal Mart, presentó el mayor valor numérico con respecto

al tono (h°), lo que indica que la muestra presenta menor valor en tonos rojos, no encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de Superama y Wal Mart, tendencia que se repite en la prueba de preferencia es decir, las muestras que evaluadas instrumentalmente no presentaron diferencia estadísticamente significativa son las mismas que el consumidor eligió en primer lugar.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

Conclusiones

ENCUESTAS DE CONSUMO

Al aplicar los cuestionarios de encuesta de consumo de alimentos tradicionales mexicanos se encontró que:

- Las tortillas de maíz son adquiridas en tortillerías de colonia y son consumidas a diario.
- El color amarillo claro es preferido en las tortillas de maíz.
- En la carne de pollo, la expectativa del consumidor en cuanto a la característica más importante de la muestra, se espera encontrar la piel de color amarillo, siendo este un indicativo de frescura y calidad. Las piezas de carne de pollo más consumidas son la pechuga, pierna y muslo.
- En la carne de cerdo, el color esperado es el rosado, indicativo de frescura, el mayor consumo se da en cortes como bistec, lomo y maciza.
- En la carne de res los cortes más consumidos son la bola, espaldilla y falda, esperando encontrar la carne de color rojo que es asociado a frescura.
- Con respecto al consumo de carne fresca, el pollo presenta mayor frecuencia de consumo, seguida de la carne de res y por último la carne de cerdo.
- La frecuencia de consumo del mole es de 1 o 2 veces al mes, presentando mayor consumo los moles rojos, el especial y el verde.

- Los chiles secos se adquieren a granel, el consumidor prefiere que presenten colores oscuros, y los tipos de chiles secos más consumidos son el ancho, de árbol y guajillo, para amas de casa.
- Para todos los alimentos estudiados, son de mayor importancia los atributos sensoriales (apariencia, color, textura, etc.) a los comerciales (cercanía del lugar, precio, etc.)

EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE COLOR

Con respecto a la evaluación de color llevada a cabo con el Colorímetro Minolta CM-3600d se concluye:

- En todos los alimentos estudiados se llevó a cabo la evaluación de color de forma instrumental, de modo que se determinaron las condiciones óptimas de evaluación como se mostró en el apartado de Materiales y Métodos.
- El sistema de reporte CIE, presenta mayor capacidad discriminante al analizar el atributo b^* , en comparación con el sistema Hunter.
- Se llevó a cabo la evaluación de productos disponibles en el mercado, por lo que los datos numéricos de las características cromáticas son de alimentos comerciales.
- Por tipo de alimento se encontró el siguiente intervalo numérico de atributos de color (Tabla 4.1):

Tabla 4.1. Intervalo de color por tipo de alimento evaluado

Alimento	CIE L*	CIE a*	CIE b*	CIE C	CIE h°	Hunter L	Hunter a	Hunter b
Tortilla de maíz	73.61± 2.71	1.11± 0.71	22.24± 4.64	22.09± 4.62	87.50± 1.42	67.94± 3.08	0.95± 0.61	16.61± 2.76
Piel de Pollo	70.70± 2.63	6.0± 2.02	31.48± 6.27	32.08± 6.48	79.34± 2.14	64.63± 2.93	5.46± 1.92	21.74± 3.69
Carne de Pollo	57.02± 1.94	10.45± 1.56	21.99± 3.85	24.43± 3.88	64.12± 3.73	49.96± 1.99	8.85± 1.36	14.48± 2.09
Carne de Cerdo	53.87± 3.25	6.20± 2.60	12.45± 1.40	14.11± 1.85	64.20± 9.28	46.79± 3.26	5.07± 2.13	8.70± 1.04
Carne de Res	40.79± 3.18	11.54± 2.22	8.78± 2.38	14.54± 3.10	36.76± 4.33	34.29± 2.89	8.77± 1.86	5.61± 1.53
Mole Rojo	34.47± 8.80	7.97± 6.91	9.58± 6	13.28± 7.74	48.13± 20.68	28.99± 7.67	5.67± 5.17	5.64± 3.49
Mole Verde	42.93± 6.95	-0.68± 1.96	13.99± 2.29	14.08± 2.43	92.02± 7.00	36.34± 6.42	-0.54± 1.50	8.69± 1.80
Chile Ancho	22.37± 0.23	1.35± 0.73	1.20± 0.77	1.93± 1.03	62.89± 30.28	19.61± 1.03	0.82± 0.45	0.67± 0.42
Chile de Árbol	31.73± 1.14	21.83± 1.86	10.91± 1.06	24.41± 2.13	26.53± 0.28	26.41± 0.95	16.07± 1.65	6.12± 0.60
Chile Guajillo	26.58± 0.68	5.67± 3.16	2.90± 1.07	6.45± 3.20	29.48± 10.7	22.25± 0.54	3.70± 2.11	1.68± 0.60

- Para las muestras de tortilla, la evaluación de color, tanto en cara interna como externa, permite hacer igual diferenciación entre las muestras.
- La carne de pollo presenta menor luminosidad que la piel de pollo. La evaluación de color, tanto en la piel como en la carne permite hacer igual diferenciación entre las muestras.
- En carne de pollo, los datos de las características cromáticas presentan menor número de diferencias estadísticamente significativas, es decir, son menos variantes. que al evaluar la piel de pollo.
- Con respecto a los atributos de color en la carne de cerdo fresca y en la carne de res, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras evaluadas, es decir, el color que presentan es diferente.
- Tanto en el mole rojo como en el verde, se encontraron diversas diferencias estadísticamente significativas al evaluarlos instrumentalmente, lo que indica la diversidad de estas muestras tanto en ingredientes como en modo de preparación, influyendo de forma importante en el color final que presentan.
- Los valores numéricos de los tonos (h°) en los chiles secos, presentan poca variación entre ellos, en cambio en la concentración de color (C), sí se presentan diferencias estadísticamente significativas, indicando con esto que presentan el mismo tono o color (no importando el punto de venta) pero en diferente intensidad.

P R U E B A D E P R E F E R E N C I A

Al llevar a cabo la prueba de preferencia se encontró que:

- La evaluación del color permitió al consumidor seleccionar la muestra de su preferencia logrando asociar características de calidad y diferenciar a las mismas en base a este atributo.
- No hay tendencia en las preferencias por lugar de adquisición.
- En los casos de la tortilla de maíz, carne de pollo, carne de cerdo y carne de res, por ambos métodos (Instrumental y Pruebas con Consumidores) se logra diferenciar a las muestras con la misma tendencia, por lo que una vez conocidas las características de color que el consumidor asocia a los productos es posible con base en esta información poder llevar a cabo el control de calidad de los mismos en base a esta característica sin tener que realizar de manera paralela el análisis instrumental con la evaluación del consumidor. Lo que permite acortar el tiempo de análisis.
- En mole rojo y verde, para los consumidores, es importante evaluar el sabor y la textura, a la par del color.
- En el caso de los chiles secos, los consumidores ubican la identidad del chile con el color que presentan, además el brillo o el tono determinan la preferencia el consumidor.

- Los resultados de la evaluación instrumental del color y la prueba de preferencia pueden ser asociados con el fin de integrar información, recabada por ambos métodos.
- Algunos de los resultados de la encuesta de consumo ponen de manifiesto que las respuestas de los consumidores son confiables al ser corroboradas en los resultados de la prueba de preferencia.

Recomendaciones

El estudio del color en los alimentos es de suma importancia, sobre todo en la preferencia por parte del consumidor, el cual es guiado por la apariencia, el color y la textura que los alimentos presenten. Por estas razones sería importante llevar a cabo la evaluación de color, a través de un grupo de jueces entrenados y hacer la relación entre el método sensorial e instrumental.

Como se mencionó en la introducción, este trabajo forma parte de una serie de análisis, tanto físicos, químicos y sensoriales, llevados a cabo en distintos alimentos consumidos en México, los cuales, una vez llegados a su culminación serán integrados para obtener la mayor información posible para determinar condiciones de análisis, iniciar con propuestas de norma (en los casos en los que no los haya o que presenten poca información) o incluso llegar a la denominación de origen.

A N E X O S

Anexo I. Formatos de cuestionarios de encuestas de consumo

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume tortillas de maíz?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. Su consumo regularmente es durante:

El desayuno La comida La cena En cada comida

3. ¿Dónde compra regularmente las tortillas de maíz?

Tortillería de mi colonia Tortillería de supermercado Otro lugar: _____

4. Si compra las tortillas de maíz en supermercado ¿En cuál lo hace?

5. ¿Cómo acostumbra consumir la tortilla de maíz?

Acompañando alimentos Tostadas En tacos En quesadilla Chilaquiles
En enchiladas Totopos Solas Otras Formas: _____

6. ¿Qué características al momento de la compra de las tortillas de maíz son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea correspondiente.

Tamaño ____ Grosor ____ Apariencia ____ Textura ____ Aroma ____ Color ____
Sabor ____ Disponibilidad ____ Precio ____ Cercanía ____

7. ¿Cuál es el color que prefiere en las tortillas de maíz? Subraye la palabra que corresponda a su preferencia y anote en la línea otra(s) característica(s) que considere importante(s).

Amarilla Color crema Blanca Oscuro Claro

8. Asocie las siguientes palabras con el color que presentan las tortillas de maíz Frescas, Secas, Naturales, Muy delgadas, Viejas, Contaminadas, Descompuestas, Sabrosas, Nutritivas, etc. y anótelas en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Blanco	
Color crema	
Claro	
Amarillo	
Oscuro	
Café	
Verdusco	

Gracias por participar.

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume carne de pollo?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. Su consumo regularmente es durante:

El desayuno La comida La cena En cada comida

3. ¿Cómo acostumbra consumir el pollo?

Con piel Sin piel

4. ¿Dónde compra regularmente la carne de pollo?

Mercado de su colonia En supermercado Rastro Local
Otro lugar: _____

5. Si compra la carne de pollo en supermercado ¿En cuál lo hace?

6. ¿Cómo acostumbra el consumo de la carne de pollo?

Frito Cocido Rostizado En guisados En ensalada
Asado Otras Formas: _____

7. ¿Qué características al momento de la compra de la carne de pollo son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Tamaño ____ Apariencia ____ Textura ____ Color ____ Sabor ____
Disponibilidad ____ Precio ____ Cercanía del lugar de venta ____
Limpieza del lugar de venta ____

8. De las siguientes piezas de carne de pollo ¿Cuál es el que más le gusta? Asigne un número según su preferencia, el primer lugar al más preferido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Muslo ____ Pierna ____ Pechuga ____ Ala ____ Patitas ____ Cabeza ____
Huacal ____ Rabadilla ____ Molleja ____ Hígado ____

9. De las siguientes piezas de carne de pollo ¿Cuál es el que más consume en casa? Asigne un número según su consumo, el primer lugar al más consumido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Muslo ____ Pierna ____ Pechuga ____ Ala ____ Patitas ____ Cabeza ____
Huacal ____ Rabadilla ____ Molleja ____ Hígado ____

10. Al momento de la compra ¿evalúa el color del pollo en la carne o en la piel?

11. ¿Cuál es el color que prefiere en la carne de pollo? Subraye la palabra que corresponda a su preferencia y anote en la línea otra(s) característica(s) que considere importante(s).

Amarilla Color crema Blanca Oscura Clara

12. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta la carne de pollo Fresca, Jugosa, Pollo bien alimentado, Pollo mal alimentado, Vieja, Contaminada, Descompuesta, Golpeada, Nutritiva, etc. y anótelas en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Blanco	
Color crema	
Claro	
Amarillo	
Oscuro	
Rojo	
Verdusco	

Gracias por participar.

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume carne de cerdo?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. Su consumo regularmente es durante:

El desayuno La comida La cena En cada comida

3. ¿Dónde compra regularmente la carne de cerdo?

Mercado de mi colonia En supermercado Rastro Local
Otro lugar: _____

4. Si compra la carne de cerdo en supermercado ¿En cuál lo hace?

5. ¿Cómo acostumbra el consumo de la carne de cerdo?

Frita Cocido En guisados Carnitas Tacos Enchilada
Cecina

Otras Formas: _____

6. ¿Qué características al momento de la compra de la carne de cerdo son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, dando el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Tipo de corte o pieza ____ Apariencia ____ Textura ____ Color ____
Sabor ____ Disponibilidad ____ Precio ____ Presentación ____ Jugosidad ____

7. De los siguientes cortes de carne de cerdo ¿Cuál es el que más le gusta? Asigne un número según su preferencia, el primer lugar al más preferido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Bistec ____ Lomo ____ Pierna ____ Cabeza ____ Piel (chicharrón) ____ Maciza ____

8. De los siguientes cortes de carne de cerdo ¿Cuál es el que más consume en casa? Asigne un número según su consumo, el primer lugar al más consumido, el 2° al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Bistec ___ Lomo ___ Pierna ___ Cabeza ___ Piel (chicharrón) ___ Maciza ___

9. ¿Cuál es el color que prefiere en la carne de cerdo? Subraye la palabra que corresponda a su preferencia y anote en la línea otra(s) característica(s) que considere importante(s).

Blanca Color crema Rosada Roja Oscura Clara

10. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta la carne de cerdo Fresca, Jugosa, Cerdo bien alimentado, Cerdo mal alimentado, Vieja, Contaminada, Descompuesta, Nutritiva, etc. y anótelas en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Blanco	
Color crema	
Claro	
Color rosado	
Oscuro	
Rojo	
Verdusco	

Gracias por participar.

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume carne de res?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. Su consumo regularmente es durante:

El desayuno La comida La cena En cada comida

3. ¿Dónde compra regularmente la carne de res?

Mercado de mi colonia En supermercado Rastro Local Tianguis
Otro lugar: _____

4. Si compra la carne de res en supermercado ¿En cuál lo hace?

5. ¿Cómo acostumbra consumir la carne de res?

Frita Cocida (caldos) Asada En guisados Asado de res
Otras Formas: _____

6. ¿Al momento de la compra de la carne de res qué características son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Tamaño ____ Apariencia ____ Textura ____ Color ____ Sabor ____ Disponibilidad ____
Precio ____ Cercanía del lugar de venta ____ Limpieza del lugar de venta ____

7. De los siguientes cortes de carne de res ¿Cuál es el que más le gusta? Asigne un número según su preferencia, el primer lugar al más preferido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Espaldilla ____ Pescuezo ____ Bola ____ Cuete ____ Sirlone ____
Pierna ____ Lomo ____ Agujas ____ Pulpa ____ Pecho ____ Aguayon ____
T-bone ____ Costillar ____ Falda ____ Pancita ____

8. De los siguientes cortes de carne de res ¿Cuál es el que más consume en su casa? Asigne un número según su consumo, el primer lugar al más consumido, el 2° al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Espaldilla _____ Pescuezo _____ Bola _____ Cuete _____ Sirlone _____
Pierna _____ Lomo _____ Agujas _____ Pulpa _____ Pecho _____ Aguayon _____
T-bone _____ Costillar _____ Falda _____ Pancita _____

9. 9. ¿Evalúa el color de la carne de res al momento de la compra? SI NO

10. ¿Cuál es el color que prefiere en la carne de res? Asigne el primer lugar al color que más le gusta encontrar en la carne, el segundo al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Rojo Negro Color vino Rosa Oscuro Claro

11. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta la carne de pollo Fresca, Jugosa, Res bien alimentada, Res mal alimentada, Vieja, Contaminada, Descompuesta, Golpeada, Nutritiva, etc. y anótelo en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Rojo	
Negro	
Color vino	
Rosa	
Oscuro	
Claro	

Gracias por participar.

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume mole?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. ¿Dónde compra regularmente el mole?

Mercado de mi colonia Tienda Supermercado Central de Abasto
Tianguis _____ Otro lugar: _____

3. Si compra el mole en supermercado ¿En cuál lo hace?

4. ¿Prefiere comprar el mole a granel o empaquetado? _____

5. Si lo compra empaquetado, indique la marca

6. ¿Conoce el origen del mole que consume, es decir, la región donde es elaborado? SI
NO

7. Si su respuesta anterior fue si, entonces, ¿Por qué prefiere el mole elaborado en esa región?

8. ¿Cómo acostumbra el consumo del mole?

Enchiladas Con pollo Guisados
Otras Formas: _____

9. De los siguientes tipos de mole ¿Cuál es el que más le gusta consumir? Asigne un número según su preferencia, el primer lugar al más preferido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Especial ____ Rojo ____ Negro ____ Coloradito ____ Verde ____
Otro (indique cual) _____

10. De los siguientes tipos de mole ¿Cuál es el que más usa en su casa? Asigne un número según su consumo, el primer lugar al más consumido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Especial ____ Rojo ____ Negro ____ Coloradito ____ Verde ____
Otro (indique cual) _____

11. ¿Qué características al momento de la compra del mole son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Apariencia ___ Textura ___ Aroma ___ Color ___
Sabor ___ Disponibilidad ___ Precio ___ Cercanía ___ Brillo ___ Picor ___

12. ¿Cuál es el color que prefiere en el mole? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar al color que más le gusta encontrar en el mole, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Rojo _____ Negro _____ Guinda _____ Claro _____
Oscurο _____
Otros (indique cual(es)) _____

13. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta el mole rojo. Viejo, Contaminado por plaga, Picante, No tan seco, Podrido, etc. y anótelo en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Claro	
Rojo	
Guinda	
Negro	
Oscurο	
Con decoloraciones	

14. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta el mole negro Viejo, Contaminado por plaga, Picante, No tan seco, Podrido, etc. y anótelo en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Negro	
Oscurο	
Con decoloraciones	

15. Asocie las siguientes palabras con el color que presenta el mole verde Viejo, Contaminado por plaga, Picante, No tan seco, Podrido, etc. y anótelo en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Verde Claro	
Oscurο	
Con decoloraciones	

Gracias por participar.

ENCUESTA DE CONSUMO DE PRODUCTOS TRADICIONALES MEXICANOS

Nombre (opcional): _____ Fecha: _____
Edad: _____ Sexo: _____
Colonia: _____ Delegación: _____

Buen día. Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia consume chiles secos?

Menos de 1 vez por mes 1 o 2 veces al mes Cada semana
Más de una vez por semana Todos los días

2. ¿Dónde compra regularmente los chiles secos?

Mercado de mi colonia Tienda Supermercado Central de Abasto
Otro lugar: _____

3. Si compra los chiles secos en supermercado ¿En cuál lo hace?

4. ¿Prefiere comprar los chiles secos, a granel o empaquetados en bolsas?

5. Si los compra en bolsa, indique la marca _____

6. ¿Cómo acostumbra consumir los chiles secos?

Salsas Guisados Como auxiliar o condimento
Otras Formas: _____

7. De los siguientes chiles secos ¿Cuál es el que más le gusta que acompañe su comida? Asigne un número según su preferencia, el primer lugar al más preferido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Guajillo ____ Pasilla ____ Morita ____ Piquín ____ Ancho ____ De árbol ____
Pulla ____ Cascabel ____ Chipotle ____ Mulato ____

8. De los siguientes chiles secos ¿Cuál es el que más usa en casa? Asigne un número según su consumo, el primer lugar al más consumido, el 2º al siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Guajillo ____ Pasilla ____ Morita ____ Piquín ____ Ancho ____ De árbol ____
Pulla ____ Cascabel ____ Chipotle ____ Mulato ____

9. ¿Qué características al momento de la compra de los chiles secos son de importancia para usted? Asigne un número según su importancia, asigne el primer lugar a la característica más importante, el 2º a la siguiente y así sucesivamente, anote el número en la línea.

Tamaño ___ Grosor ___ Apariencia ___ Textura ___ Aroma ___ Color ___
Sabor ___ Disponibilidad ___ Precio ___ Cercanía ___ Brillo ___ Picor ___

10. ¿Cuál es el color que prefiere en los chiles secos? Subraye la palabra que corresponda a su preferencia y anote en la línea otra característica que considere importante.

Rojo Negro Guinda Claro Oscuro

-
11. Asocie las siguientes palabras con el color que presentan los chiles secos Viejo, Contaminado por plaga, Picante, No tan seco, Podrido, etc. y anótelas en el renglón correspondiente.

Color	Descripción(es) asociada(s)
Claro	
Rojo	
Guinda	
Negro	
Oscuro	
Con decoloraciones	

Gracias por participar.

Anexo II. Formatos de cuestionarios de prueba de preferencia



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cinco muestras de tortillas, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (5° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariciencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Fresca Natural Cocida Seca Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cuatro muestras de carne de pollo, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (4° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariciencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Fresca Pollo bien alimentado Pollo mal alimentado Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene tres muestras de carne de cerdo, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (3° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariciencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar?
Tono **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Fresca Jugosa Cerdo bien alimentado Cerdo mal alimentado Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene tres muestras de carne de res, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (3° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariciencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar?
Tono **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Fresca Jugosa Res bien alimentada Res mal alimentada Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cinco muestras de mole rojo, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (5° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Textura** _____ **Color** _____ **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** _____ **Uniformidad** _____ **Intensidad** _____ **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Insípido _____ No pica _____ Picante _____ Fresco _____ Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Textura _____ Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) _____ Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene tres muestras de mole verde, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (3° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Textura** _____ **Color** _____ **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** _____ **Uniformidad** _____ **Intensidad** _____ **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Insípido _____ No pica _____ Picante _____ Fresco _____ Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Textura _____ Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) _____ Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cuatro muestras de chile guajillo, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____ (1° más preferida) _____ (4° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Viejo No tan seco Picante Seco Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cuatro muestras de chile ancho, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____ (1° más preferida) _____ (4° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **apariencia** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tono** **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Viejo No tan seco Picante Seco Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.

Tabla A.1.a. Ejemplo de ajuste de datos

Múltiplo	No. de veces que se eligió en:	Dato ajustado																			
		Tamaño	Grosor	Apariencia	Textura	Aroma	Color	Sabor	Disponibilidad	Precio	Cercanía										
10	1er lugar	9	90	10	100	25	250	6	60	13	130	10	100	15	150	1	10	2	20	4	40
9	2do lugar	8	72	7	63	14	126	15	135	17	153	18	162	10	90	1	9	2	18	3	27
8	3er lugar	9	72	11	88	12	96	19	152	11	88	20	160	9	72	1	8	1	8	3	24
7	4to lugar	11	77	7	49	13	91	20	140	14	98	13	91	13	91	1	7	2	14	0	0
6	5to lugar	10	60	17	102	14	84	13	78	13	78	14	84	10	60	2	12	0	0	3	18
5	6to lugar	20	100	18	90	9	45	5	25	10	50	7	35	13	65	5	25	5	25	3	15
4	7mo lugar	17	68	12	48	6	24	13	52	2	8	6	24	16	64	13	52	4	16	6	24
3	8vo lugar	2	6	6	18	0	0	0	0	6	18	3	9	6	18	29	87	19	57	24	72
2	9no lugar	3	6	2	4	2	4	3	6	3	6	2	4	1	2	22	44	29	58	28	56
1	10mo lugar	6	6	5	5	0	0	1	1	6	6	2	2	2	2	20	20	31	31	21	21
		95	557	95	567	95	720	95	649	95	635	95	671	95	614	95	274	95	247	95	297

n = 10, número de características

Ejemplo: Tamaño fue elegido 9 veces en primer lugar, por lo que se multiplica el número de veces que fue elegida en primer lugar por *n* para obtener el ajuste del dato. $9 \times 10 = 90$. En aroma el número de veces que fue elegido en 7mo lugar es 2, por lo que $4 \times 2 = 8$.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química, Evaluación Sensorial



Nombre: _____
Edad: _____

Colonia: _____
Sexo: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene cuatro muestras de chile de árbol, ordénalas según su preferencia con base en el **color** que presentan. Asigne el **primer lugar** a la muestra **más preferida**, el 2° a la siguiente y así sucesivamente. Anote la clave de la muestra en el lugar de preferencia que le corresponda. No se permiten empates.

Preferencia _____
(1° más preferida) _____ (4° menos preferida)

- ✦ ¿Qué características de la **aparición** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar? **Tamaño** **Textura** **Forma** **Color** **Otros** _____
- ✦ ¿Qué características de **color** influyeron en la elección de la muestra que colocó en primer lugar?
Tono **Uniformidad** **Intensidad** **Otros** _____
- ✦ El **color** de la muestra que prefirió en primer lugar **le indica** que es:
Viejo No tan seco Picante Seco Otros _____
- ✦ La muestra que eligió en último lugar fue por:
Tamaño Textura Color (Tono, Uniformidad, Intensidad) Otros _____

Gracias por participar.

Anexo III. Ejemplo de cálculos matemáticos para pruebas estadísticas de Friedman y LSRD

Ejemplo: Características de importancia al momento de la compra de Tortillas de maíz

Después de pedir, en el cuestionario de encuesta de consumo, que ordenaran de mayor a menor las características que le importaban al consumidor al momento de la compra, se obtuvieron resultados por juez y por característica. Para iniciar con el análisis estadístico se suman los resultados numéricos por característica (Tabla A.1).

Tabla A.1. Suma de resultados por característica de importancia

Característica de importancia	Suma de Rangos
Apariencia	720
Color	671
Textura	649
Aroma	635
Sabor	614
Grosor	567
Tamaño	557
Cercanía	297
Disponibilidad	274
Precio	247

A su vez los resultados de la suma de rangos provienen de un *ajuste de datos* que se realizó con el fin de que el mayor valor de frecuencia se asociara con la característica de mayor importancia para el consumidor, como se observa en la Tabla A.1.a.

Después de realizar la suma, es necesario determinar primero si los resultados presentan diferencia estadísticamente significativa, por lo que se aplica la prueba de Friedman al 5% de nivel de significancia (datos provenientes de una ordenación en la encuesta de consumo). La ecuación para esta prueba se presenta en A.1.

$$X^2 = \frac{12}{[N(K)(K+1)]} \sum (T_k)^2 - [3(N)(K+1)] \quad (\text{A.1})$$

donde K = número de muestras; en este caso 10

N = número de jueces; en este caso 95

T_k = total de rangos; en este caso 3026095

y los grados de libertad para $\chi^2 = (K-1)$; en este caso 9

En el caso de las características de importancia para la Tortilla de maíz se tiene la siguiente sustitución:

$$X^2 = \frac{12}{[95(10)(10+1)]} (3026095) - [3(95)(10+1)] = 339.94$$

donde $\Sigma(T_k)^2 = (720)^2 + (671)^2 + (649)^2 + (635)^2 + (614)^2 + (567)^2 + (557)^2 + (297)^2 + (274)^2 + (247)^2 = 3026095$

Se compara entonces el valor de $\chi^2_{\text{calculada}}$ con el de tablas al 5% de nivel de significancia y 9 grados de libertad, siendo este **16.92** (Lawless, 1998). Al encontrarse que $\chi^2_{\text{calculada}} > \chi^2_{\text{tablas}}$ se concluye que si se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre las muestras.

Una vez que se ha determinado que existe diferencia entre las muestras, es necesario evaluar entre sí cuales son diferentes, aplicando la prueba LSRD, la ecuación se presenta en A.2.

$$LSRD = t \sqrt{NK(K+1)/6} \quad (\text{A.2})$$

donde K = número de muestras; en este caso 10

N = número de jueces; en este caso 95

t = valor de tablas; en este caso al 5% es 2.262, (Lawless, 1998)

y los grados de libertad para $\chi^2 = (K-1)$; en este caso 9

sustituyendo se tiene:

$$LSRD = 2.262 \sqrt{95(10)(10+1)/6} = 94.400$$

Para determinar si se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre las muestras es necesario hacer las diferencias absolutas entre sumas de rangos (Tabla A.2).

Tabla A.2. Rango de diferenciación entre las muestras

Muestras	Valor de la Diferencia	Se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre las muestras:
A-C	49	no
A-T	71	no
A-AR	85	no
A-S	106	si
A-G	153	si
A-TÑ	163	si
A-CER	423	si
A-D	446	si
A-P	473	si
C-T	22	no
C-AR	36	no
C-S	57	no
C-G	104	si
C-TÑ	114	si
C-CER	374	si
C-D	397	si
C-P	424	si
T-AR	14	no
T-S	35	no
T-G	82	no
T-TÑ	92	no
T-CER	352	si
T-D	375	si
T-P	402	si
AR-S	21	no
AR-G	68	no
AR-TÑ	78	no
AR-CER	338	si
AR-D	361	si
AR-P	388	si
S-G	47	no
S-TÑ	57	no
S-CER	317	si
S-D	340	si
S-P	367	si
G-TÑ	10	no
G-CER	270	si
G-D	293	si
G-P	320	si
TÑ-CER	260	si
TÑ-D	283	si
TÑ-P	310	si

Tabla A.2. Rango de diferenciación entre las muestras. Continuación

CER-D	23	no
CER-P	50	no
D-P	27	no

Nota: **A:** Apariencia, **C:** Color, **T:** Textura, **AR:** Aroma, **S:** Sabor, **G:** Grosor, **TÑ:** Tamaño, **CER:** Cercanía, **D:** Disponibilidad, **P:** Precio

Se determina si se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre las muestras cuando el valor de la **diferencia es mayor al LSRD** calculado, una vez realizado esto, se representa gráficamente (Gráfico A.1).

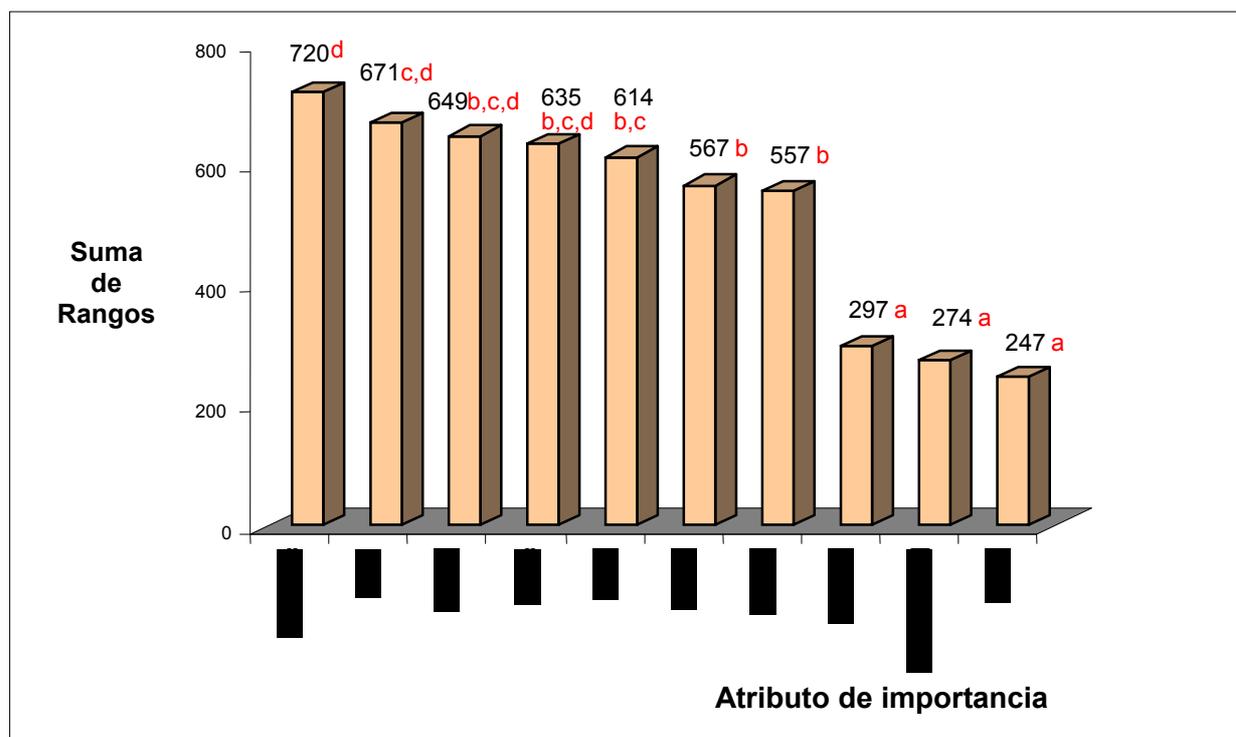


Gráfico A.1 Características más importantes al momento de la compra de tortilla de maíz

* La característica con mayor frecuencia es la que el consumidor eligió más veces en primer lugar.

a, b, c, d = Características con distintos supraíndices indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), usando LSRD.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Ahmed J., Shivhare U. S. y Raghavan G.S.V., (2000). *Rheological characteristics an kinetics of colour degradation of green chilli puree*, Journal of Food Engineering, 44:239-244.
2. Ahmed J., Shivhare U. S. y Ramaswamy H.S., (2002). *A Fraction Conversion Linetic Model for Thermal Degradation of Color in Red Chilli Puree and Paste*, Lebenson.Wiss. u.-Technol., 35:497-503.
3. Arámbula-Villa G., Gonzalez-Hernández J. y Ordorica-Falomir C.A., (2001). *Physicochemical, Structural and Textural Properties of Tortillas from Extruded Instant Corn Flour Supplemented with Various Types of Corn Lipids*, Journal of Cereal Science, 33:245-252.
4. Barbut, S., (2001). *Effect of illumination source on the appearance of fresh meat cuts*, Meat Science, 59:187-191.
5. Bennedsen B. S. y Peterson D.L., (2005). *Performance of a System for Apple Surface Defect Identification in Near-infrared Images*, Biosystems Engineering, 90 (4), 419-431.
6. Bravo H. H., (1934). *Estudio Botánico acerca de las Solanáceas Mexicanas del Género Capsicum*, Anales del Instituto de Biología. Tomo V No. 1
7. Camacho de la Rosa N. A., Díaz G.K.M., Santillana H.M.R. y Velázquez M.O.C., (2004). *Manual de Prácticas Productos de Cereales y Leguminosas*, 3a Edición, Comité Editorial de la Facultad de Química, UNAM, 95-100.
8. Chapa, M., (2005). *La República de los Moles. El recetario más completo del platillo mexicano por excelencia*, Editorial Aguilar, México.
9. Cheah K.S., Cheah A.M. y Just A., (1998). *Identification and characterization of pigs prone to producing RSE (reddish-pink, soft and exudative) meat in normal pigs*, Meat Science, 48:249-255.
10. Collera-Zuñiga O., García J.F. y Meléndez-Gordillo R., (2005). *Comparative study of carotenoid composition in three Mexican varieties of Capsicum_annuum L.*, Food Chemistry, 90:109-114.

11. Devatkal S., Mendiratta S. K. y Kondaiah N., (2004). *Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables*, Meat Science, 67: 377-383.
12. FAO, <http://www.fao.org>, Febrero, 2006.
13. Fennema, O. R., (1993), *Química de los Alimentos*, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza España, Capítulo 8 y 10.
14. Flores M., Moya V. J., Aristoy M. C. y Toldrá F., (2000). *Nitrogen compounds as potencial biochemical markers of pork meat quality*, Food Chemistry, 69:371-377.
15. Gilabert E. J., (2002). *Medida del color*, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 138-139; 185-203; 211.
16. Guerrero LI., (2002). *Problemática de los perfiles descriptivos en productos poco homogéneos: la carne y algunos derivados cárnicos*, IRTA, Girona, España, CS2002.
17. Gutiérrez G. G., Hernández R.M.E., (1994), *Perfil Sensorial Analítico y Afectivo de los Chiles: Capsicum annum: Poblano y Ancho; y Capsicum frutescens: Jalapeño, Mora y Chipotle*, Tesis, Facultad de Química, UNAM.
18. Guyton, A.C. y Hall J.E., (1997), *Tratado de Fisiología Médica*, Interamericana McGraw Hill, México, p.p. 693-696.
19. Herman V. y Carver J.S., (1935). *The yolk color index*. The U.S. Egg and Poultry Magazine, August.
20. Henken H., (1992). *Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation*, Poultry Science, 71:711-717.
21. James S.J. y James C., (2002). *Meat Refrigeration*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, Capítulo 4, 71-84.
22. Jaros D., Rohm H. y Strobl M., (2000). *Appearance Properties- A significant Contribution to Sensory Food Quality?*, Wiss. U. Technol. Vol. 33, No. 4. 320-325.
23. Kim C.J. y Lee E.S., (2003). *Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef*, Meat Science, 63: 397-405.

24. Kleynen O, Leemans V. y Destain F., (2005). *Development of a multi-spectral vision system for the detection of defects on apples*, Journal of Food Engineering, 69: 41-49.
25. Kostyla A. S. y Clydesdale F. M., (1978). *The Psychophysical Relationships between Color and Flavor*, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 10 (3) 303-321.
26. Lawless H., T. y Heymann H., (1998). *Sensory Evaluation of Food Principles and practices*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, USA, p.p. 406-450.
27. Long-Solís J., (1982). *El Capsicum y su influencia en la cultura*, Tesis Doctoral, Universidad Iberoamericana.
28. Long-Solís J., (1987). *Capsicum y Cultura*, Fondo de Cultura Económica, México.
29. López R. G. O., (2003). *Chilli. La especia del nuevo mundo*, Ciencias, 69:66-77 Enero-Marzo.
30. Martínez-Bustos, F., Martínez-Flores, H.E., Sanmartín-Martínez, E., Sánchez-Sinencio, F., Chang, Y. K., Barrera-Arellano, D. y Ríos, E., (2001). *Effect of the components of maize on the quality of masa and tortillas during the traditional nixtamalisation process*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 81:1455-1462.
31. McCaig, T.N., (2001). *Extending the use of visible/near-infrared reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agricultural products*. Food Research International, 35 (2002) 731–736.
32. McMurry J., (2001), *Química Orgánica*, 5ª Edición, Internacional Thomson Editores, México, p.p. 452,458.
33. Meilgaard M., Civille G. V. y Carr T. B., (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. Impr. Boca Ratón, Florida: CRC.
34. Minolta Sensing, Konica (1998), *Precise Color Communication Japan*.
35. Mosquera, M.I.M. y Mendez, D.H., (1994). *Formation and transformation of pigment during the fruit ripening of Capsicum annuum Cv. bola and agridulce*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42:38–44.

36. Muñoz H. R. A., Calderón A., Cruz O. A., Tomas S.A., Sánchez, S. y Peña R. G., (1999). *Caracterización Óptica de Centros Abasorbentes de Películas Biopoliméricas Obtenidas de Pericarpio de Maíz*. Superficies y Vacío, 8: 89-93.
37. **NMX-FF-034/1-SCFI-2002**, *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales- Parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado - Especificaciones y métodos de prueba*.
38. **NMX-FF-078-SCFI-2002**, *Productos pecuarios. Carne de Bovino en canal. Clasificación*. (Cancela a la NMX-FF-078-1991).
39. **NMX-FF-080-SCFI-1992**, *Productos avícolas, Carne de Pollo en Engorda, en Canal. Clasificación*.
40. **NMX-FF-080-SCFI-2006**, *Productos avícolas. Carne de Pollo de engorda en canal y en piezas. Clasificación*. (Cancela a la NMX-FF-080-1992).
41. **NMX-FF-081-SCFI-2003**, *Productos pecuarios. Carne de porcino en canal. Calidad de la carne. Clasificación*. (Cancela a la NMX-FF-081-1993-SCFI).
42. **NOM-187-SSA1/SCFI-2002**, *Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba*.
43. Norma ISO 5492 (1992), *Vocabulario del Análisis Sensorial*
44. O'Mahony, M., (2005), *Apuntes del curso: Nuevas Estrategias metodológicas en la evaluación sensorial de alimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
45. O'Sullivan M. G., Byrne D.V. y Martens M., (2003). *Evaluation of pork colour: sensory colour assesment using trained and untrained sensory panellists*, Meat Science, 63:119-129.
46. Parker S.L., Gossman S.S. y Lippincott W.A., (1925). *Studies on egg quality, 1, Introductory note on variations in yolk color*, Poultry Science, 5:131.
47. Philip T. y Francis F.J., (1971). *Isolation and chemical properties of capsanthin and derivatives*, Journal of Food Science, 36:823-827.
48. Pilcher J.M., (2001). *¡Vivan los tamales!, la comida y la construcción de la identidad mexicana*, Ediciones de la reina roja, México.

49. Rajalakshmi D., (1986). *Capsicum-production, technology, chemistry and quality*, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition; 25:185-276.
50. Raes K., Balcaen A., Dirink P., De Winne A., Claeys E., Demeyer D. y De Smet S., (2003). *Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef*, Meat Science, 65:1237-1246.
51. Richardson R.I., Mead G.C., (2001). *Ciencia de la carne de ave*, Edit. Acribia, S.A., Zaragoza, España, Capítulo 6:181-199.
52. Robert L.M. y Loyola V., (1985). *El cultivo de tejidos vegetales en México*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ciudad Universitaria.
53. SAGARPA, Coordinación General de Ganadería, <http://www.sagarpa.gob.mx>, Febrero, 2006.
54. Sanz J.C., (1993). *El libro del color*, Alianza Editorial, Madrid, pp. 142-145.
55. Sánchez-Castillo C.P., Dewey P.J.S., Lara J.J., Henderson D.L., Solano. M.L., James W.P.T., (2000). *The Starch and Sugar Content of some Mexican Cereals, Cereal Products, Pulses, Sanck Foods, Fruits and Vegetables*, Journal of Food Composition and Analysis, 13:157-170.
56. Sánchez M. A., (1990). *Cocina Mexicana Selección de recetas del Arte Culinario Mexicano*, Ed. Diana (3a edición) Pág. 7-10, México.
57. Sefa-Dedeh S., Cornelius B., Sakyi-Dawson E., Ohene A.E., (2004). *Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize*, Food Chemistry, 86:317-324.
58. Sepe H.A., Faustman C., Lee, S., Tang J., Suman S.P. y Venkitanarayanan K.S., (2005). *Effects of reducing agents on premature browning in ground beef*, Food Chemistry, 93(4): 571-576.
59. Tan J., (2004). *Meat quality evaluation by computer vision*, Journal and Food Engineering, 61: 27-35.
60. Vidal-Quintanar, R.L., Love, J.A. y Johnson, L.A., (2000). *Note. Effect of Nixtamal Degermination on Some Physical Properties of Corn Masa and on Sensory Characteristics of Corn Tortillas*, Food Science Technology International, 7(4):363-367.

61. Vuilleumier J.P., (1969). *The "Roche Yolk Color Fan"- an instrument for measuring yolk color*, Poultry Science, 45:767.
62. Weber C.W., Kohlhepp E.A., Idouraine A. y Ochoa L.J., (1993). *Nutritional Composition of Tamales and Corn and Wheat Tortillas*, Journal of Food Composition and Analysis, 6:324-335.
63. West G. E., Larue B., Touil C. y Scout S. L., (2001). *The Perceived Important of Veal Meat Attributes in Consumer Choice Decisions*, Agribusiness, Vol. 17 (3) 365-382.