



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Maestría en Ciencia de los Alimentos**

**Caracterización Físicoquímica, Microbiológica y  
Sensorial de Panes Regionales de San Cristóbal  
de las Casas, Chiapas, México.**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**MIGUEL ÁNGEL JIMÉNEZ RODRÍGUEZ**

**DIRECTORA: DRA. AURORA QUINTERO LIRA**

**CODIRECTOR: DR. JAVIER PILONI MARTINI**

**ASESORES:**

**DR. SERGIO SOTO SIMENTAL**

**DR. CESAR URIEL LÓPEZ PALESTINA**

**TULANCINGO DE BRAVO, HIDALGO, MÉXICO, 2022**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
Instituto de Ciencias Agropecuarias  
*School of Forestry and Environmental Studies*  
Maestría en Ciencia de los Alimentos

COORDINACION DE INVESTIGACION Y POSGRADO DEL ICAP

Actas de la reunión del Comité de Tesis de Maestría en Ciencia de los Alimentos  
Apertura:

La reunión ordinaria para evaluar los avances de la tesis intitulada: "Caracterización Físicoquímica, Microbiológica y Sensorial de Panes Regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.", que desarrolla el estudiante Miguel Ángel Jiménez Rodríguez

Asistentes:

Dra. Aurora Quintero Lira  
Dr. Javier Piloni Martini  
Dr. Sergio Soto Simental  
Dr. César Uriel López Palestina

A. Revisión de Trabajo de Tesis

Observaciones:

El comité revisó con antelación el trabajo de tesis en extenso propuesto por el estudiante, comunicando a el estudiante, Miguel Ángel Jiménez Rodríguez, oportunamente las correcciones, adiciones y/o modificaciones que debería considerar para mejorar su trabajo y poder continuar con el proceso de obtención de grado. El estudiante atendió de forma conveniente las sugerencias del comité.

B. Acuerdos

En esta fecha, se comunica atentamente que el comité conformado por los profesores firmantes, otorgamos nuestra autorización para que el estudiante imprima su trabajo final de tesis, y continúe con los trámites necesarios para la obtención del grado de maestría respectivo.

ATENTAMENTE  
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"  
Tulancingo de Bravo, Hidalgo a 28 de noviembre de 2022

Dra. Aurora Quintero Lira  
Dr. Javier Piloni Martini  
Dr. Sergio Soto Simental  
Dr. César Uriel López Palestina



Avenida Universidad Km. 1 s/n Ex Hacienda Aguetzalpa,  
Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México, C.P. 43600  
Teléfono +52 (771) 71 72000 ext. 2425  
[maestria\\_alimentos@uah.edu.mx](mailto:maestria_alimentos@uah.edu.mx)



## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnologías (CONACYT) le agradezco por la beca otorgada durante la maestría, a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y al Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP) por su apoyo para la realización de este proyecto.

De igual forma agradezco a mi directora de tesis Dra. Aurora Quintero Lira y codirector Dr. Javier Piloni Martini, ya que sin su apoyo y colaboración esta tesis no había sido posible. Al resto de los miembros del jurado de corrección de tesis y examen de grado, les agradezco sus asesorías, dedicación, tiempo y sus valiosas observaciones que hicieron posible para realizar esta tesis.

Agradezco a mi madre y hermana, porque gracias a su apoyo, sus palabras de ánimo y que siempre están a mi lado en mis logros académicos como profesionales pude realizar este proyecto.

A mi novia, muchas gracias por su comprensión, por su apoyo, por su tiempo, por sus palabras de ánimo y sobre todo por su amor y paciencia.

## Índice

Resumen .....	1
Introducción.....	3
1.1. Pan .....	4
1.1.1. Historia del pan .....	4
1.1.2. Historia del pan en México .....	5
1.1.3. Pan regional.....	6
1.1.4. Los Altos de Chiapas.....	7
1.1.5. Panes regionales de San Cristóbal de las Casas .....	8
2. Justificación .....	10
3. Objetivos.....	10
3.1. Objetivo general.....	10
3.2. Objetivos específicos .....	10
4. Materiales y métodos.....	12
4.1. Realización de encuesta en panaderías de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. ....	12
4.2. Caracterización física de los panes. ....	12
4.2.1. Peso .....	12
4.2.2. Medidas .....	12
4.2.3. Color de corteza y miga .....	12
4.2.4. Análisis de perfil de textura .....	13
4.2.5. Análisis de imagen del pan .....	13
4.3.1.2. Cenizas .....	14
4.3.1.3. Grasa.....	15
4.3.1.4. Fibra .....	15
4.3.1.5. Proteínas.....	16

4.4. Análisis microbiológicos .....	17
4.5. Análisis sensorial .....	18
5. Análisis estadístico .....	18
6. Resultados y discusión .....	19
6.1. Preferencia de panes regionales en la región de San Cristóbal de las Casas .....	19
6.2 Resultados de análisis físicos.....	21
6.2.1 Peso de panes .....	21
6.2.2. Medidas de panes.....	21
6.2.3 Color en corteza y miga.....	22
6.2.3.1 Pan de yema .....	22
6.2.3.2 Pan de marquesote .....	24
6.2.3.3 Pan de cazueleja.....	26
6.2.4 Análisis de perfil de textura .....	28
6.2.4.1 Pan de yema .....	28
6.2.4.2 Pan de marquesote .....	29
6.2.4.3 Pan de cazueleja.....	30
6.2.5 Análisis de imagen del pan .....	30
6.2.5.1 Pan de yema .....	30
6.2.5.2 Pan de marquesote .....	31
6.2.5.3 Pan de cazueleja.....	32
6.3 Análisis químico proximal.....	33
6.3.1 Pan de yema .....	33
6.3.2 Pan de marquesote .....	34
6.3.3 Pan de cazueleja.....	35
6.4 Análisis microbiológicos .....	36

6.4.1 Pan de yema .....	36
6.4.2 Pan de marquesote .....	37
6.4.3 Pan de cazueleja.....	38
6.5. Análisis sensorial .....	40
6.5.1 Pan de yema .....	40
6.5.2. Pan marquesote .....	41
6.5.3. Pan cazueleja.....	41
7. Conclusiones.....	43
8. Bibliografía.....	44

## Resumen

Uno de los productos derivado de los cereales más importantes es el pan, esto se debe a sus propiedades nutricionales, sensoriales y de textura. Es el alimento más consumido en el mundo y en México forma parte de las tradiciones, por lo que el objetivo de la presente investigación es la caracterización de los diferentes panes regionales de San Cristóbal de las casas, Chiapas. Se caracterizaron los tres panes más representativos que son: cazueleja, marquesote y pan de yema. Se determinaron las características físicas por medio de análisis de perfil de textura, peso y color. También se determinaron sus propiedades químicas mediante análisis bromatológicos, y se realizaron análisis microbiológicos para determinar la inocuidad de las muestras analizadas (mesófilos aerobios y mohos y levaduras). Finalmente se evaluaron las características sensoriales mediante una prueba de consumidores CATA, evaluando color, olor, textura del pan y miga. Los resultados de dureza del pan de yema fueron 18.13 a 36.04, los del marquesote de 8.73 a 15.73, y los de cazueleja de 28.97 a 43.95; con respecto al atributo de cohesividad se obtuvieron valores de 0.21 a 0.36, 0.65 a 0.77 y de 0.22 a 0.28, respectivamente; asimismo los resultados de la masticabilidad fueron de 4.02 y 8.05, 8.09 a 10.93 y 6.17 a 8.04. Con respecto a los resultados de los análisis bromatológicos realizados a los diferentes panes, el que mostro mayor cantidad de humedad, cenizas y proteínas fue el marquesote con valores de 24.57, 1.39 y 11.87%, mientras que la cazueleja presentó valores de 14.61 y 0.28% en los parámetros de grasa y fibra, y el que presentó más carbohidratos fue el pan de yema con 61.14%. Con respecto a los análisis microbiológicos se presentó una carga microbiana baja, y los resultados obtenidos estuvieron dentro de las normas establecidas, por lo que se concluyó que la elaboración y manejo de los panes fue hecha con inocuidad a pesar de las formas tradicionales de preparación. Por último

se realizaron análisis sensoriales por medio de la Cata de los panes para obtener sus atributos, dando como resultado que los atributos del pan de yema son un color de corteza que va de un marrón claro a un canela, en la miga van de un color dorado hasta un amarillo oscuro, en cuanto a los atributos de olor de este pan van de un aroma dulce a caramelo, mientras que en el pan marquesote el color de corteza que va de un color canela hasta un amarillo oscuro, el color de miga va de un amarillo medio a un crema, y con respecto a su aroma varían según la apreciación de los jueces ya que va de un aroma a vainilla y mantequilla a caramelo; finalmente el pan cazueleja tiene un color de corteza que va desde anaranjado a canela, el color de miga varía ya que van de un amarillo claro a oscuro, y dorado, en lo que respecta a su aroma tiene diferencias ya que los jueces identificaron aromas a vainilla, frutas, caramelo, mantequilla, anís y ahumado.

Palabras claves: Pan regional, caracterización, atributos sensoriales.



## Introducción

El origen del pan tiene su raíz en el cultivo de trigo y otros cereales. La importancia del pan en todas las civilizaciones está estrechamente relacionada con su cultura. En México, el pan es uno de los alimentos que manifiesta la fusión entre dos culturas, la indígena y la traída por los conquistadores europeos. La importancia en la elaboración del pan tradicional no solo radica en proveer para autoconsumo, sino que permitió el intercambio de productos con otras regiones (CANAINPA, 2020; Florez *et al.*, 2019; Fierro *et al.*, 2018). El pan dulce es un producto tradicional de panadería muy consumido en México. En Chiapas se elabora una gran variedad de panes dulces de manera artesanal, principalmente en la región de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, el cual se caracteriza por tener una diversidad cultural resultado del devenir histórico, que corresponde a una población en su gran mayoría indígena rural. La región cuenta con dos grupos étnicos sobresalientes: Tzotzil y Tzeltal, quienes forman parte de la antigua cultura Maya y que en la actualidad siguen conservando sus costumbres y tradiciones, mismas que dan sustento a su cultura e identidad (Mandujano *et al.*, 2021; García-Plata *et al.*, 2020). Los panes regionales de San Cristóbal de las Casas Chiapas, más representativos, por su consumo e importancia cultural, son el marquesote, el pan de yema y la cazueleja (Ruiz, 2021). Por lo que el objetivo de esta investigación es caracterizar los diferentes panes regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

## 1. Marco Teórico

### 1.1. Pan

#### 1.1.1. Historia del pan

El origen del pan tiene su raíz en el cultivo de trigo y otros cereales. Hace 10 mil o 15 mil años, el hombre aprendió a recolectar granos y almacenarlos, lo que le proporcionó ciertas reservas para las épocas en las que había sequía (Cartay, 2022). Los primeros vestigios que se tienen sobre la elaboración y consumo de pan se remontan a Babilonia y al antiguo Egipto. En Mesopotamia se consumía una masa preparada con cereales molidos, que se vendía por medida de capacidad de recipiente. Los asirios, más tarde, consumían galletas cocidas al rescoldo del fuego. Los primeros cocineros griegos fueron panaderos esmerados, que fabricaban galletas de pasta sin levadura, y preferían el trigo a cualquier otro cereal; dentro de los mercados se podían encontrar panes de centeno, salvado egipcio, trigo negro y avena, los que eran preparados de diferentes maneras. En el siglo II d. C., un escritor describe en su obra hasta 72 formas diferentes de elaborar pan. También podemos encontrar al pan en varias referencias de la religión cristiana, así como simbolismos hacia este alimento, desde el libro del Génesis hasta el Nuevo Testamento. El arte de la fabricación del pan fue perfeccionada por los sicilianos en el siglo pasado, mejorando la forma de los amasados (Cartay, 2022; Perez *et al.*, 2020; Bautista, 2019). Aunque hoy en día poseemos diversos medios para transformar toda clase harinas en una forma de alimentación tanto sana como agradable, el pan representa mucho más que un alimento en la historia de la humanidad, tiene la habilidad de transportarnos a lugares, precipitar sensaciones y recuerdos, y sugiere un bienestar anhelado por todos.

### 1.1.2. Historia del pan en México

En México, el pan es uno de los alimentos que manifiesta la fusión entre dos culturas, la indígena y la traída por los conquistadores europeos. Los colonizadores trajeron el trigo y sus procesos para transformarlo en alimento, se cultivó por primera vez, en un solar que perteneció a Hernán Cortés y que fue regalado a Juan Garrido, un esclavo liberado y de los primeros panaderos de la época de La Colonia. En 1524 se inició la producción y transformación del trigo criollo en pan, al principio los hornos y mezclas eran caseras, pero poco a poco se convirtieron en empresas productoras para el consumo de la población en general. Estas panaderías estaban reguladas tanto en el peso de las materias primas hasta lo relativo a los precios. Los primeros panes que se comercializaron eran panes corrientes vendidos en pulperías, que son el antecedente de las tiendas que conocemos como misceláneas. A fines del siglo XVIII, llegan a México los primeros maestros europeos de panadería y pastelería desde Francia e Italia, uno de los personajes más representativos fue el maestro Manuel Mazza, asentándose en Oaxaca, estableciendo un negocio estilo europeo, donde el jefe de la familia es el maestro y sus hijos los pupilos. En esa época se amasaba en duernos, ya fuera a mano o con los pies, y solo se preparaba pan blanco, pues las masas eran de mala calidad y poco fermentadas. En 1880 había 78 panaderías en la ciudad de México y un sin fin de indígenas que seguían preparando sus productos en hornos hechizos y vendiéndolos en los mercados. Para el siglo XX, la mecanización de la industria panificadora se inició con el uso de revolvedoras para pan blanco, además de que ya se contaban con panaderías afamadas como La Vasconia, pero fue hasta 1922 que México se caracterizó por la preponderancia del pan blanco, como el bolillo y la telera. Y entre 1923 y 1950, se comenzó a ofrecer la bizcochería. La historia del pan en México como la conocemos hoy, comienza

con los dueños de panaderías que condujeron a los pequeños negocios a la formalización e industrialización, cambiando el sistema tradicional de venta y atención personalizada (Mandujano *et al.*, 2021; CANAINPA, 2020; Perez *et al.*, 2020; Bautista, 2019).

### 1.1.3. Pan regional

La historia del pan tradicional se remonta al Siglo XIX, época en la que se dan los primeros cultivos de trigo. Décadas después se desarrolla su producción y elaboración dentro de los hornos de ladrillo. Sin embargo, la elaboración de estos panes es un proceso que algunas personas han desertado, y pocas familias aún conservan la receta familiar para elaborarlo de manera tradicional que consiste desde la obtención de la levadura, el mezclado y amasado a mano, hasta el horneado con leña. Parte importante del proceso de elaboración es el pesaje de los ingredientes, que se realiza con pesas o básculas antiguas, de lámina, madera y piedras de río de diversos tamaños y equivalentes a  $\frac{1}{4}$  de kilo, medio kilo, dependiendo de las proporciones. En ella, se pesa la harina, la manteca de puerco y la levadura (Chiapadeliciate, 2018).

El pan dulce es un producto tradicional de panadería muy consumido en México en el desayuno y la cena. Todavía se fabrica una gran cantidad de pan dulce mediante métodos tradicionales, aunque la industrialización a gran escala ha surgido como una opción para reducir costos. De esta forma, la industria panificadora necesita adaptarse a los hábitos alimentarios mexicanos, mejorando formulaciones, procesos y ajustando los productos tradicionales con alternativas innovadoras para las generaciones venideras, sin perder la esencia de productos artesanales. La industria panificadora ha considerado la incorporación de ayudas tecnológicas y aditivos, como emulsionantes y enzimas para mejorar las

propiedades fisicoquímicas, térmicas y reológicas de masas y panes tradicionales (Mandujano *et al.*, 2021; Garcia-Plata *et al.*, 2020).

Las recetas tradicionales para la elaboración de pan se basan en harina de trigo, centeno o sorgo, agua, sal y azúcar. Los componentes se mezclan con agua (aproximadamente 66% p/p) para obtener una masa que se fermenta en una cámara de fermentación durante 30-60 min a 28 °C y 85% de humedad relativa. La *S. cerevisiae* comercial es la cepa de levadura más común utilizada para leudar masa. A pesar de la estandarización global del proceso de panificación a escala industrial, todavía existe una rica diversidad de procesos de panificación basados en las tradiciones regionales (Bautista, 2019). La importancia en la elaboración del pan tradicional no solo radica en proveer para autoconsumo, sino que permitió el intercambio de productos con otras regiones, esta tradición sigue siendo hasta el día de hoy una elaboración casera. En Chiapas se elabora una gran variedad de panes dulces de manera artesanal, principalmente en el municipio de San Cristóbal de las Casas.

#### 1.1.4. Los Altos de Chiapas

La región de los Altos de Chiapas se caracteriza por tener una diversidad cultural resultado del devenir histórico, que corresponde a una población en su gran mayoría indígena rural. Está conformada por 17 municipios (Aldama, Amatenango del Valle, Chalchihuitán, San Juan Chamula, Chanal, Chenalhó, Huixtán, Larráinzar, Mitontic, Oxchuc, Pantelhó, San Juan Cancuc, Santiago El Pinar, Tenejapa, Teopisca y Zinacantán), siendo San Cristóbal de las Casas el municipio más importante donde se elabora y consume la mayoría de los panes producidos en esa región. Su extensión territorial es de 3,717.08 Km<sup>2</sup>, que representan el 5.02% de la superficie estatal, siendo la décima región de mayor extensión territorial en el

estado y con una población total de 601,690 habitantes de acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2020). La región cuenta con dos grupos étnicos sobresalientes: Tzotzil y Tzeltal, quienes forman parte de la antigua cultura Maya y que en la actualidad siguen conservando sus costumbres y tradiciones, mismas que dan sustento a su cultura e identidad (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2017).

#### 1.1.5. Panes regionales de San Cristóbal de las Casas

Los panes producidos en la región de San Cristóbal de las Casas son:

Marquesote. Es un pan bajito, se elabora en recipientes de lata, está hecho con huevo, azúcar y harina, se consumen en las fiestas, como ferias, para tomar ponche, se usa como ingrediente para la preparación del chimbo, que es un dulce de la región de San Cristóbal de las Casas, y también para la sopa de vino. Según los panaderos solo se prepara cada 3 días y en días de fiesta como Navidad y Año nuevo, y se hacen aproximadamente 25 piezas.

Pan de fiesta. Son pequeños panes en forma de casitas, perritos y tortitas, pueden estar hechos de sal o dulce, aunque existen algunos que llevan ajonjolí. Se consumen en fiestas como bodas y bautizos.

Pan francés. Es un tipo de pan blanco artesanal, los ingredientes para su elaboración son: harina de trigo, levadura, leche, clara de huevo y sal. Es un pan que se usa para la preparación de emparedados llamados panes compuestos, que son una especie de chalupas que se consumen siempre en la noche.

Pan de yema. Este pan toma ese nombre porque el ingrediente principal es la yema de huevo. Tiene 3 presentaciones, las sencillas que llevan ajonjolí encima, las que llevan encima azúcar, y las que no llevan nada.

Pan de manteca. Este pan tiene varias presentaciones como las rosquillas, que puede ser de sal o azúcar, las trenzadas o repulgadas que son tortitas con adornos alrededor de color blanco, crema y marrón, son los panes que se consumen con mayor regularidad.

Semita. Es un pan semejante al pan integral con la única diferencia que tiene más grasa, una forma redonda y textura firme.

Cazueleja. Es un pan de fiesta, se consume en primeras comuniones, bodas y bautizos, es considerado un pan de lujo. Tiene características como la de estar reventado por la parte superior, está elaborado con huevos, pasitas, espolvoreado con azúcar, aunque a veces también lleva coco y nueces (Ruiz, 2021).

## 2. Justificación

El pan está presente en la dieta humana desde hace más de 10.000 años. El cultivo de los cereales desarrolló el arte de la panadería, la cual se ha perpetuado por miles de años influenciando la evolución y transformación de nuestras sociedades. La cultura alimentaria se enfoca en la suma de prácticas, conocimiento, consumo y producción de alimentos, por lo que la panadería ha evolucionado a través de los años mejorando las técnicas de elaboración y los ingredientes utilizados para la preparación del pan, el cual depende de la influencia cultural, la tradición y las características culinarias de los pueblos, los cuales hacen que el sabor y textura de este producto varíen de un lugar a otro, dándole una cualidad propia y única. México cuenta con una gran variedad de productos de panadería, especialmente en zonas indígenas como la de San Cristóbal de las Casas, pero no existe una descripción apropiada, ni investigaciones acerca de estos, por tal motivo, el propósito de esta investigación es caracterizar los panes de esta región que permita conocer las características físicas, químicas, microbiológicas y sensorial de estos panes.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo general

Valorar las características física-químicas, microbiológicas y sensoriales de panes regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, con el propósito de determinar la calidad de los principales panes que se consumen en la región antes mencionada.

### 3.2. Objetivos específicos

- Atribuir la preferencia de consumo de panes de San Cristóbal de las Casas, Chiapas



por medio de una encuesta que permita detectar las principales características de los panes de la región.

- Determinar las características fisicoquímicas de los panes regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas con la intención de clasificarlos de acuerdo a dichas características.
- Valorar grupos de microorganismos en panes regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas con la finalidad de determinar su calidad sanitaria.
- Evaluar las características sensoriales de los panes regionales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas por medio de una prueba para detectar los atributos sensoriales que identifican a los panes de la región.

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Realización de encuesta en panaderías de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Se realizó una encuesta a 18 panaderías localizadas en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, equivalente a un 25% de todas las panaderías que hay en el municipio, con la finalidad de determinar cuántos panes serían muestreados y de cuántas panaderías, tomando en consideración las variables de materia prima, amasado, tipo de horneado y para conocer cuáles son los panes más representativos de la región. Al procesar los datos se escogieron 4 panaderías y los 3 tipos de panes que fueron el pan de yema, marquesote y cazueleja.

### 4.2. Caracterización física de los panes.

#### 4.2.1. Peso

El peso de los panes se determinó con base en la metodología descrita por Ramírez *et al.*, (2017), utilizando una balanza digital (Binduo, China). En donde se colocó la pieza de pan en la balanza hasta obtener la lectura de pesado.

#### 4.2.2. Medidas

Esta determinación se realizó utilizando un vernier digital (Young) con legibilidad de hasta 0.1mm, con el cual se evaluó midiendo a lo largo, ancho y alto de los panes para poder obtener sus dimensiones.

#### 4.2.3. Color de corteza y miga

La determinación de color fue realizada por medio de un colorímetro Minolta CM-508d (Konica-Minolta, Tokio, Japón), que utiliza el sistema internacional CIELab, el cual

considera las desviaciones entre blanco y negro (luminosidad), rojo a verde y amarillo a azul, dando los parámetros  $L^*a^*b^*$  de acuerdo a las indicaciones del protocolo AACCC 14-22.01 (2000).

#### 4.2.4. Análisis de perfil de textura

El análisis de perfil de textura se realizó de acuerdo con el método reportado por Güemes *et al.*, (2015), por medio de un texturómetro marca Brookfield, en el cual la muestra fue comprimida por medio de una sonda de aluminio de 36mm, con un 20% de deformación a una velocidad de 0.5mm/s. La prueba consto en colocar la muestra sobre una base (TA-BT-KIT), haciendo dos compresiones consecutivas el cual son reportadas por medio de una curva tiempo y fuerza, de la cual se obtuvieron los parámetros de dureza, cohesividad, masticabilidad, adhesividad y elasticidad.

#### 4.2.5. Análisis de imagen del pan

Para determinar la calidad de la miga, el pan fue cortado por la mitad y se tomó un escáner con una impresora Canon-MP280. Las imágenes fueron analizadas con un software Digimizer Image Analysis 4.3.0, el corte fue dividido en cuadrantes de  $1\text{cm}^2$  y se calculó el área total ( $\text{mm}^2$ ), áreas de las celdas ( $\text{mm}^2$ ), el porcentaje de fase dispersa, área promedio de las celdas ( $\text{mm}^2$ ), numero de celdas por  $\text{cm}^2$  y área de celda entre área total.

### 4.3. Métodos químicos

#### 4.3.1. Análisis químico proximal

##### 4.3.1.1. Humedad

La humedad de los panes regionales se determinó usando el método de la A.O.A.C. 44-16 (2003), para ello se pesaron 10g de muestra en una cápsula de aluminio previamente tarada y a peso constante, la cual se colocó en una estufa de aire (Craft) a una temperatura de 100°C por 4h. Después de este tiempo la muestra se colocó en un desecador hasta enfriar a temperatura ambiente, para después pesar la cápsula con el producto seco. Para finalizar se calculó el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W^1 - W^2}{W} \times 100$$

Donde:

$W^1$  es el peso del crisol más muestra húmeda

$W^2$  es el peso del crisol más muestra seca

$W$  es el peso de la muestra.

#### 4.3.1.2. Cenizas

Para la determinación de cenizas se utilizó el método de la A.O.A.C. 923.03 (2003). Se colocó un crisol a peso constante en el cual se pesaron 5g del pan, luego se calcinaron con fuego directo, para después colocar el crisol con la muestra calcinada en una mufla (FELISA, FE-361, México) a una temperatura de 550°C por 4h. Transcurrido el tiempo, el crisol se colocó en un desecador hasta enfriar a temperatura ambiente y se pesó para determinar las cenizas por diferencia de peso.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{p^1 - p^2}{p} \times 100$$

Donde:

P<sup>1</sup> es el peso del crisol con las cenizas

P<sup>2</sup> es el peso del crisol vacío

P es el peso de la muestra

#### 4.3.1.3. Grasa

La determinación de grasa se realizó de acuerdo con el método de la A.O.A.C. 920.309 (2003) mediante la extracción por el método Goldfish, el cual consistió en colocar los vasos Büchi a peso constante. En donde se colocó la muestra de pan libre de humedad dentro de un cartucho de celulosa. Después se realizó la extracción con éter de petróleo y se programó el extractor (Büchi, E816-HE) por 2.5h para la extracción, 30 min de lavado y 30min de secado. Pasado este tiempo, los vasos Büchi fueron retirados del extractor y se dejaron enfriar hasta tomar el peso para determinar grasa por diferencia de peso.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{M^2 - M^1}{M} \times 100$$

Donde:

M<sup>1</sup> es el peso del matraz solo

M<sup>2</sup> es el peso del matraz con grasa

M es el peso de la muestra

#### 4.3.1.4. Fibra

El contenido de fibra se determinó de acuerdo con el método de la A.O.A.C. 962.09 (2003).

Dentro de vasos Berzelius se añadió la muestra sin humedad y sin grasa de pan regional con

200mL de ácido sulfúrico 0.255N caliente, la cual se colocó en el equipo de determinación de fibra, (LABCONCO, LAC300001-00, EE.UU.) a ebullición por 30min. Pasado este tiempo, la muestra fue filtrada y se realizó lavados con agua destilada hasta pH neutro. Una vez filtrada se colocó nuevamente los vasos en el equipo de determinación de fibra por 30min, los cuales contenían la muestra y 200 mL de NaOH 0.313 N. Después se volvieron a filtrar y se les añadió 25 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.255 N, 150 mL de agua destilada y 25 mL de alcohol etílico. Una vez filtrada, la muestra se colocó dentro de un crisol de porcelana, previamente a peso constante, el cual fue llevada al horno de secado (FELISA, 242, México) a 130°C por 2h, posteriormente los crisoles fueron colocados en una mufla (FELISA, FE-36, México) a 550°C por 30min. Para finalizar se calculó el porcentaje de fibra utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{peso de crisol muestra seca} - \text{peso de crisol muestra calcinada}}{\text{peso real de la muestra}} \times 100$$

#### 4.3.1.5. Proteínas

El análisis de proteína se realizó por el método Kjeldahl A.O.A.C. 955.04 (2003), el cual consistió en pesar 1g de pan envuelto en papel libre de nitrógeno y colocarlo en el tubo Kjeldahl, se adicionaron 5g de mezcla digestora (Sulfato de potasio y sulfato cúprico pentahidratado) y 15mL de ácido sulfúrico concentrado. Una vez digerido la muestra en el digestor (Büchi, K-425), los tubos Kjeldahl se colocaron en el destilador (Büchi, K-350.) El destilado se obtuvo en un matraz Erlenmeyer con 50mL de ácido bórico al 2% y 2 gotas de rojo de metilo por 5min. Pasado este proceso se tituló cada matraz Erlenmeyer con solución de ácido sulfúrico 0.1N hasta el vire. Para finalizar se calculó la concentración total de nitrógeno.

$$\%N = \frac{(V_m - V_b) \times 0.014 \times N_{H_2SO_4}}{M} \times 100$$

Donde:

V<sub>m</sub> es el volumen de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gastado en la muestra

V<sub>b</sub> es el volumen de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gastado en el blanco

N es la normalidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

M es el peso de la muestra

#### 4.4. Análisis microbiológicos

De acuerdo con la metodología se utilizaron los agares de cuenta estándar para conteo en placa, el de papa y dextrosa para determinación de mohos y levaduras, MacConkey para determinación de enterobacterias. Se prepararon con agua destilada mezclándolo bien con calor y agitación frecuente hasta disolverse por completo. Posteriormente, se esterilizó en una autoclave (Isolab,601-02-024, DEU.) a 121°C por 30min, y se distribuyó en cajas petri estériles. Después se preparó las soluciones de dilución, colocando la muestra en tubos estériles con agua peptonada, se agitaron vigorosamente hasta homogenizar la muestra. Lo que correspondió a la dilución 1:10. Esta operación se repitió para preparar las subsiguientes disoluciones.

Después se realizó la inoculación por la técnica de extensión superficial en placa, en donde se inocularon 200µL de cada disolución en placas de los agares, extendiéndolo homogéneamente sobre la superficie con una varilla de vidrio previamente esterilizada. Se colocaron las cajas en una incubadora a 30°C. Completado esto se contaron todas las colonias desarrolladas en las placas en diferentes intervalos de tiempos (24, 48,72 h.), para

posteriormente realizar el cálculo de las unidades formadoras de colonias (UFC) y convertir el resultado a Log10 (NOM-247-SSA1-2008, NOM-111-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994).

#### 4.5. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó en dos fases, la primera fase fue la construcción del cuestionario en el cual se le pidió opinión a consumidores habituales de los panes de cazueleja, pan de yema y marquesote, dicho cuestionario arrojó las referencias en cuanto a sus atributos que percibían al probar estos panes. Con esta información se realizó la segunda fase del análisis por medio de una prueba CATA y realizando un cuestionario por medio de Google Drive<sup>®</sup>, el cual contaba con 9 preguntas por pan, el cual fue enviado a personas de San Cristóbal de las Casas que eran consumidores habituales del pan, esta prueba se tuvo que modificar ya que no se les proporcionó el material adecuado para la prueba y todo fue por medio del recuerdo al probar estos panes, todo esto se debió a la contingencia sanitaria (COVID-19). Con esto se obtuvieron un total de 233 respuestas, las personas que respondieron tienen un rango de edad de 18 a 70 años, con un porcentaje del 51.1% de mujeres y 48.9% de hombres.

#### 5. Análisis estadístico

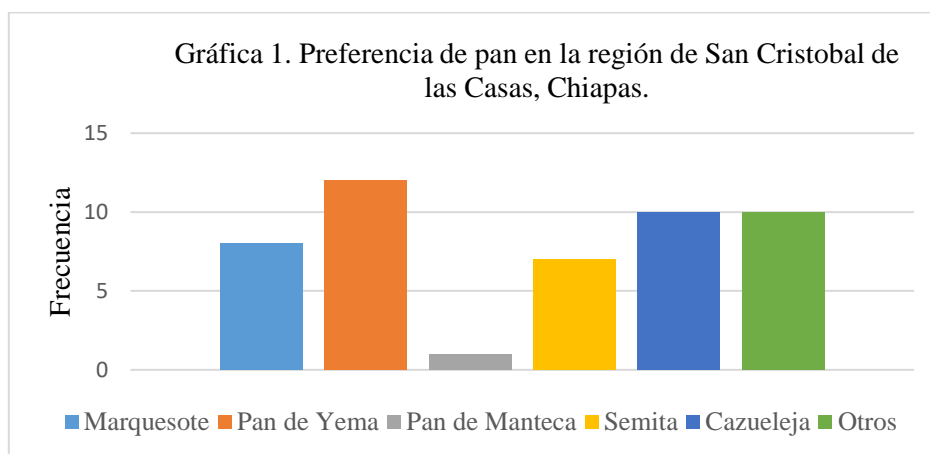
El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, 2017). Los datos recopilados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey, considerando un nivel de significancia de  $P < 0.05$  y un análisis de componentes principales para el análisis sensorial.



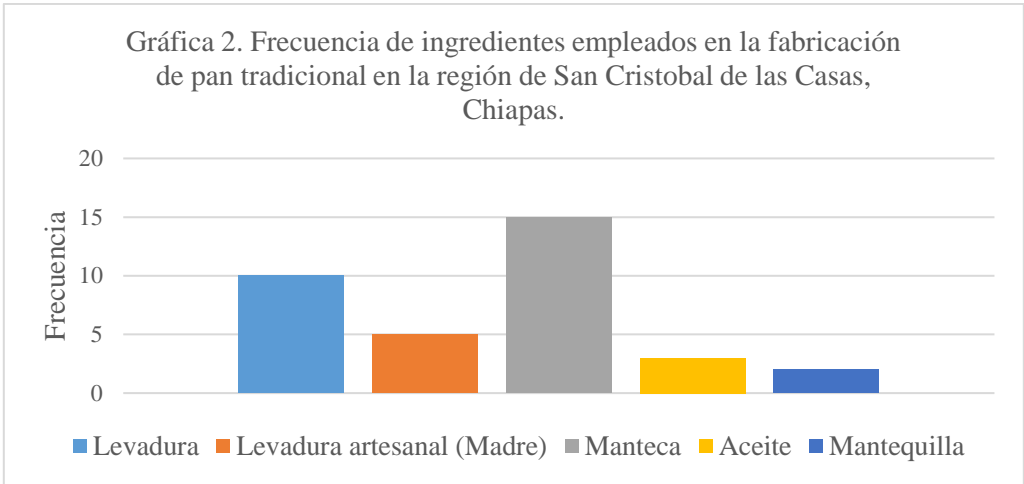
## 6. Resultados y discusión

### 6.1. Preferencia de panes regionales en la región de San Cristóbal de las Casas

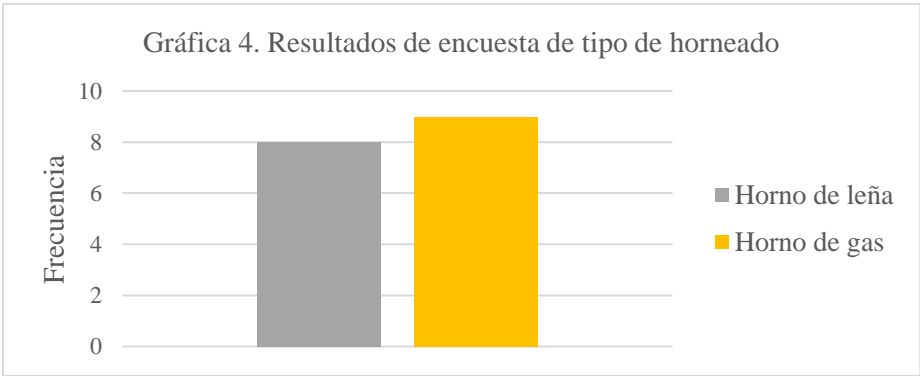
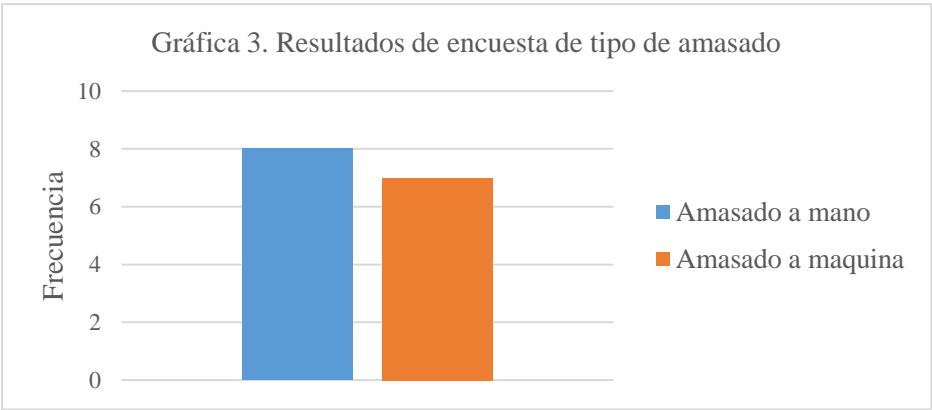
En la gráfica 1 se encuentran los resultados de la preferencia del pan, es decir, los panes más consumidos por la población y que tienen mayor valor económico para las panaderías. El pan más comprado y consumido es el pan de yema con una frecuencia de respuesta de 12, el segundo es la cazueleja con una frecuencia de respuesta de 10 y el marquesote con 8, por lo que se escogieron estos tres panes para su estudio.



En la gráfica 2, se presentan los resultados de los ingredientes primarios más utilizados. Este resultado permitió conocer que materia prima se utilizaba y agrupar las panaderías que manejaban los mismos ingredientes para la elaboración de los panes. El ingrediente más utilizado en la elaboración de panes en esta región fue la manteca, y el segundo más utilizado fue la levadura comercial.



En la gráfica 3 se encuentran los resultados del tipo de amasado y en la gráfica 4 del tipo de horneado utilizado para la elaboración de los panes. El amasado tradicional a mano y el horneado en horno de gas fueron los que se utilizan con mayor frecuencia. Con estos valores se determinaron las panaderías donde se realizaría el muestreo.



## 6.2 Resultados de análisis físicos

### 6.2.1 Peso de panes

En la Tabla 1, se pueden observar los resultados del peso de los panes, en donde el pan 4 de cazueleja es el que presento mayor peso con 727gr, en cuanto al pan 1 de marquesote es el que tuvo un mayor peso con 492gr, con el pan de yema el que marco un mayor tamaño en cuanto en peso fue el pan 4 con 432gr, con esto se puede decir que estos panes son muy grandes en cuanto a su elaboración y tamaño.

Tabla 1. Peso de los panes estudiados.

Tipo de pan	Panadería			
	P1	P2	P3	P4
<b>Cazueleja, g</b>	248±1.35 <sup>b</sup>	336±3.11 <sup>a</sup>	339±2.75 <sup>b</sup>	727±1.49 <sup>a</sup>
<b>Marquesote, g</b>	492±4.2 <sup>a</sup>	173±5.31 <sup>c</sup>	272±4.58 <sup>c</sup>	268±4.72 <sup>b</sup>
<b>Pan de yema, g</b>	221±2.94 <sup>b</sup>	270±4.87 <sup>b</sup>	410±4.12 <sup>a</sup>	432±3.18 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5).

### 6.2.2. Medidas de panes

En la Tabla 2, se muestran los resultados de medidas de los panes que se investigaron, en donde el pan 4 fue el más grande en cuanto a sus medidas ya que tiene unas dimensiones de 158.6mm de largo, 157,4mm de ancho y 56.8mm de altura, en cuanto al marquesote el pan 1 fue el de mayor medida con un largo de 260.3mm, una anchura de 141.7mm y una altura de 53.6mm, en cuanto al pan de yema el de mayor medida fue el pan 4 con medidas 153.4mm de largo y 72.1mm de altura, en estos panes solo se tuvo estas dos lecturas ya que eran panes en forma ovalada y circulares.

Tabla 2. Medidas de los panes.

Panadería	Dimensiones, en mm	Cazueleja	Marquesote	Pan de yema
1	Largo	158.8±2.16 <sup>a</sup>	260.3±3.14 <sup>a</sup>	141.2±2.03 <sup>b</sup>
	Ancho	110.8±3.15 <sup>b</sup>	141±2.09 <sup>b</sup>	141.2±2.14 <sup>b</sup>
	Alto	64.3±1.32 <sup>b</sup>	53.6±0.77 <sup>b</sup>	69.9±1.41 <sup>b</sup>
2	Largo	151.7±2.21 <sup>c</sup>	146.2±2.44 <sup>b</sup>	153. ±1.35 <sup>a</sup>
	Ancho	104.2±1.20 <sup>b</sup>	99.3±1.17 <sup>b</sup>	153.2±1.04 <sup>b</sup>
	Alto	65.9±1.29 <sup>b</sup>	61.3±1.89 <sup>b</sup>	49.6±2.66 <sup>b</sup>
3	Largo	154.2±3.08 <sup>b</sup>	187.4±1.53 <sup>b</sup>	71.6±1.10 <sup>c</sup>
	Ancho	108±1.21 <sup>b</sup>	125.6±0.98 <sup>b</sup>	71.6±2.51 <sup>b</sup>
	Alto	53.6±2.00 <sup>b</sup>	46.4±2.07 <sup>b</sup>	34.8±1.48 <sup>b</sup>
4	Largo	158.7±1.22 <sup>a</sup>	144.9±2.18 <sup>c</sup>	153.4±2.05 <sup>a</sup>
	Ancho	157.4±2.01 <sup>b</sup>	140.1±1.63 <sup>b</sup>	153.4±1.33 <sup>b</sup>
	Alto	56.8±1.55 <sup>b</sup>	52.4±3.23 <sup>b</sup>	72.1±1.88 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

### 6.2.3 Color en corteza y miga

#### 6.2.3.1 Pan de yema

El color del pan es uno de los primeros atributos observados por los consumidores, que fija la elección y la preferencia. Los resultados de los parámetros de color de la corteza del pan de yema se resumen en la Tabla 3. El análisis de color de la corteza del pan 3 presentó los valores más altos en el parámetro L\* con 47.82, lo cual infiere que el azúcar que estaba sobre el pan aumentó la luminosidad de la corteza, este resultado también fue observado por Güemes *et al.* (2015) en los panes regionales de Puebla que presentaban la misma característica de estar bañados en azúcar lo que aumentó su luminosidad. En la Figura 1 está la representación del rango de los colores en los que se encuentra la corteza del pan de yema que va desde un marrón claro hasta un marrón medio (Calle *et al.*, 2020; Güemes *et al.*, 2015; NOM-F-159-S-1979).

Tabla 3. Análisis de color de corteza pan de yema.

Pan	L*	a*	b*	h	C
P1	39.55±12.94 <sup>b</sup>	15.25±5.35 <sup>c</sup>	41.92±10.01 <sup>c</sup>	1.22±0.14 <sup>a</sup>	44.91±9.79 <sup>b</sup>
P2	28.17±5.81 <sup>d</sup>	23.86±0.85 <sup>a</sup>	47.61±9.35 <sup>b</sup>	1.10±0.09 <sup>a</sup>	53.40±8.29 <sup>a</sup>
P3	47.82±8.59 <sup>a</sup>	18.95±3.04 <sup>b</sup>	55.18±4.67 <sup>a</sup>	1.24±0.03 <sup>a</sup>	58.36±5.36 <sup>a</sup>
P4	34.63±11.74 <sup>c</sup>	15.03±4.12 <sup>d</sup>	39.74±5.79 <sup>d</sup>	1.21±0.09 <sup>a</sup>	42.64±5.92 <sup>b</sup>

<sup>abcd</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5).

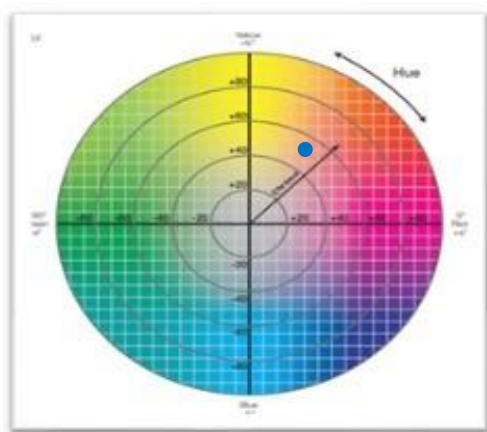


Figura 1. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la corteza del pan de yema.

En la tabla 4 están los resultados del color de la miga del pan de yema. El pan 1 fue el que presentó mayor luminosidad con 61.38. La Figura 2 está representado los colores entre los que se encuentra el color de la miga que van desde el amarillo hasta un marrón claro.

Tabla 4. Análisis de color de miga pan de yema.

Pan	L*	a*	b*	h	C
P1	61.38±4.94 <sup>a</sup>	4.43±0.10 <sup>a</sup>	33.44±1.25 <sup>b</sup>	1.44±0.00 <sup>a</sup>	33.74±1.25 <sup>b</sup>
P2	51.70±12.91 <sup>b</sup>	3.31±1.44 <sup>c</sup>	44.56±6.93 <sup>a</sup>	1.50±0.02 <sup>a</sup>	44.70±7.01 <sup>a</sup>

<b>P3</b>	60.58±8.84 <sup>a</sup>	3.97±0.34 <sup>b</sup>	44.26±1.68 <sup>a</sup>	1.48±0.01 <sup>a</sup>	44.44±1.70 <sup>a</sup>
<b>P4</b>	56.02±8.00 <sup>b</sup>	6.95±2.78 <sup>a</sup>	41.80±5.49 <sup>a</sup>	1.41±0.05 <sup>b</sup>	42.40±5.84 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

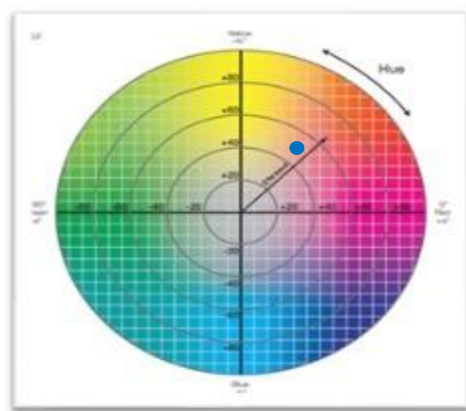


Figura 2. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la miga del pan de yema.

### 6.2.3.2 Pan de marquesote

Los resultados de los parámetros de color de corteza del marquesote se muestran en la tabla 5. El pan que presentó mayor luminosidad fue el 1 con 51.66. En la figura 3 está la representación del rango de los colores en los que se encuentra la corteza del marquesote que va desde un marrón claro a un tono beige amarillento.

Tabla 5. Análisis de color de corteza de Marquesote

<b>Pan</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>C</b>
<b>P1</b>	51.66±1.56 <sup>a</sup>	19.60±0.82 <sup>a</sup>	56.91±1.56 <sup>a</sup>	1.24±0.02 <sup>a</sup>	60.20±1.30 <sup>a</sup>
<b>P2</b>	38.84±5.06 <sup>b</sup>	21.29±0.61 <sup>a</sup>	56.33±3.96 <sup>a</sup>	1.21±0.02 <sup>a</sup>	60.23±3.80 <sup>a</sup>
<b>P3</b>	36.74±3.69 <sup>c</sup>	21.73±0.40 <sup>a</sup>	56.30±1.98 <sup>a</sup>	1.20±0.02 <sup>a</sup>	60.36±1.76 <sup>a</sup>
<b>P4</b>	26.07±6.45 <sup>d</sup>	21.52±2.80 <sup>a</sup>	42.47±8.23 <sup>b</sup>	1.09±0.14 <sup>b</sup>	47.95±5.95 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

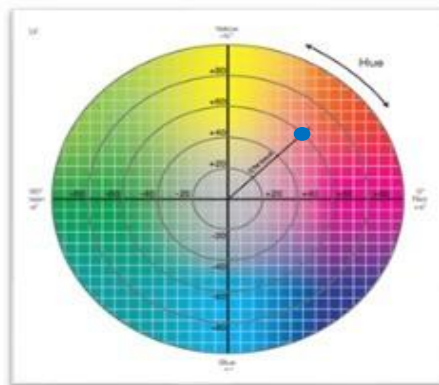


Figura 3. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la corteza del pan de marquesote.

En la tabla 6 se encuentran los resultados de color de miga. Los valores del parámetro L en este pan son elevados, siendo el pan 1 el que presenta mayor luminosidad con 74.37. Esto se puede deber a los ingredientes utilizados en el pan específicamente al queso ya que tiene un color beige muy claro. En la figura 4 están representados los colores entre los que se encuentra la miga que van desde un amarillo claro hasta uno medio. Los parámetros de L, a, b, h y C de corteza y miga se encuentran dentro de los criterios de la NOM 159 que señala como debe de ser el color de la corteza y el color de la miga con un matiz uniforme sin vetas o manchas (Calle *et al.*, 2020; Güemes *et al.*, 2015; NOM-F-159-S-1979).

Tabla 6. Análisis de color de miga de Marquesote

Pan	L*	a*	b*	h	C
P1	74.37±0.93 <sup>a</sup>	5.25±0.24 <sup>c</sup>	48.78±0.87 <sup>c</sup>	1.46±0.00 <sup>b</sup>	49.06±0.88 <sup>c</sup>
P2	68.05±8.47 <sup>b</sup>	6.29±0.48 <sup>b</sup>	54.38±2.81 <sup>b</sup>	1.46±0.00 <sup>b</sup>	54.75±2.84 <sup>b</sup>
P3	69.12±1.61 <sup>b</sup>	7.70±0.47 <sup>a</sup>	56.57±1.76 <sup>a</sup>	1.44±0.00 <sup>c</sup>	57.09±1.81 <sup>a</sup>
P4	74.09±0.73 <sup>a</sup>	2.55±0.29 <sup>d</sup>	52.67±0.89 <sup>b</sup>	1.52±0.00 <sup>a</sup>	52.73±0.90 <sup>b</sup>

<sup>abcd</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

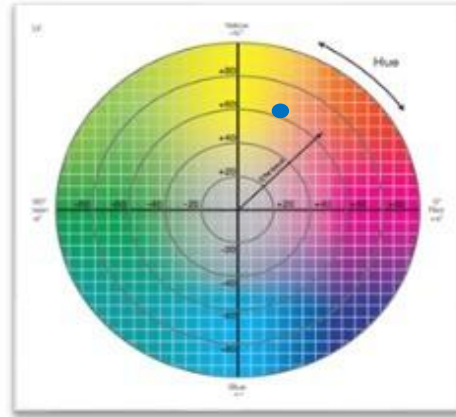


Figura 4. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la miga del pan de

### 6.2.3.3 Pan de cazueleja

Los resultados de los parámetros de color de la corteza del pan de cazueleja se muestran en la tabla 7. El pan 3 fue el que presentó mayor luminosidad con 55.51. En la figura 5 está la representación del rango de los colores en los que se encuentra la corteza de la cazueleja que va desde un naranja claro a un tono beige marrón.

Tabla 7. Análisis de color de corteza de Cazueleja

Pan	L*	a*	b*	h	C
<b>P1</b>	33.72±6.16 <sup>c</sup>	17.67±6.46 <sup>a</sup>	43.68±12.31 <sup>b</sup>	1.19±0.06 <sup>c</sup>	47.18±13.65 <sup>a</sup>
<b>P2</b>	36.33±5.79 <sup>c</sup>	12.14±4.56 <sup>b</sup>	35.68±10.83 <sup>c</sup>	1.25±0.03 <sup>b</sup>	37.71±11.67 <sup>b</sup>
<b>P3</b>	55.51±8.87 <sup>a</sup>	5.59±2.97 <sup>c</sup>	25.06±4.10 <sup>d</sup>	1.36±0.07 <sup>b</sup>	25.74±4.62 <sup>b</sup>
<b>P4</b>	44.17±10.93 <sup>b</sup>	6.15±3.51 <sup>c</sup>	50.75±4.41 <sup>a</sup>	1.45±0.08 <sup>a</sup>	51.25±3.96 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)



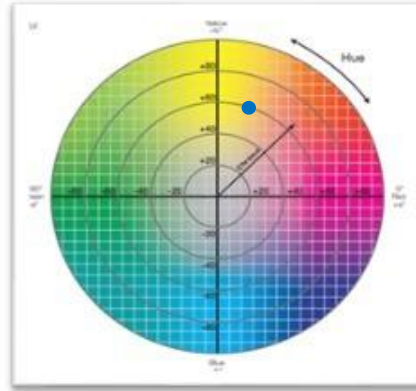


Figura 5. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la corteza del pan de cazueleja.

En la tabla 8 se presentan los datos del color de miga en donde el pan 4 fue el que presento mayor luminosidad con 63.79. En la figura 6 está representado los colores entre los que se encuentra la miga que son amarillos claros. Todos los parámetros que corresponden al análisis de color de este pan se encuentran dentro de los criterios de la NOM 159 (Calle *et al.*, 2020; Güemes *et al.*, 2015; NOM-F-159-S-1979).

Tabla 8. Análisis de color de miga de Cazueleja

<b>Pan</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>h</b>	<b>C</b>
<b>P1</b>	51.15±12.78 <sup>b</sup>	5.63±0.93 <sup>a</sup>	41.08±7.75 <sup>b</sup>	1.43±0.01 <sup>b</sup>	41.47±7.79 <sup>b</sup>
<b>P2</b>	60.52±8.30 <sup>a</sup>	4.56±0.79 <sup>a</sup>	46.21±3.51 <sup>a</sup>	1.47±0.01 <sup>a</sup>	46.44±3.57 <sup>a</sup>
<b>P3</b>	60.99±8.20 <sup>a</sup>	3.79±0.49 <sup>b</sup>	40.37±2.85 <sup>c</sup>	1.48±0.01 <sup>a</sup>	40.55±2.87 <sup>b</sup>
<b>P4</b>	63.79±1.75 <sup>a</sup>	5.50±0.44 <sup>a</sup>	49.82±1.93 <sup>a</sup>	1.46±0.01 <sup>a</sup>	50.13±1.96 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

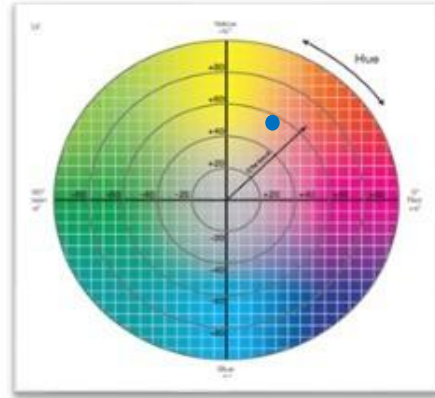


Figura 6. Representación del espacio cromático cilíndrico CIELAB de la miga del pan de cazuela.

## 6.2.4 Análisis de perfil de textura

### 6.2.4.1 Pan de yema

En la tabla 9 se pueden observar los resultados del análisis de perfil de textura del pan de yema. El pan 4 fue el que presentó mayor dureza con respecto a los demás, con un valor de 36.04, esto puede deberse a que contiene una mayor cantidad de fibra como se verá en los resultados de los análisis bromatológicos. Estos resultados también fueron observados por Fuentes y colaboradores en el 2019 cuando el pan del casabe que contenía mayor cantidad fibra presentaba mayor dureza. Asimismo, el pan 1 fue el que resulto con una mayor cohesividad y masticabilidad, con valores de 0.36 y 0.05 respectivamente, y el pan 3 fue el que presento mayor elasticidad con un valor de 8.05, esto puede haberse presentado debido a el tipo de amasado tradicional, ya que el amasado depende de la cadencia y de la cantidad de agua que se use en este proceso (Fuentes *et al.*, 2019).

Tabla 9. Análisis de perfil de Textura en Pan de yema.

Pan	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Masticabilidad (J)
<b>P1</b>	30.20±5.55 <sup>a</sup>	0.36±0.05 <sup>a</sup>	4.02±0.43 <sup>b</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>

<b>P2</b>	18.13±2.16 <sup>c</sup>	0.35±0.05 <sup>a</sup>	6.38±1.87 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>
<b>P3</b>	28.76±0.89 <sup>b</sup>	0.22±0.02 <sup>b</sup>	8.05±1.08 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
<b>P4</b>	36.04±6.83 <sup>a</sup>	0.21±0.05 <sup>b</sup>	7.11±2.40 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

#### 6.2.4.2 Pan de marquesote

En la tabla 10 se encuentran los resultados del ATP del marquesote. El que tuvo mayor dureza fue el pan 1, con valores de 15.73, esto puede deberse a la pérdida de humedad en la miga, lo que afectó la elasticidad y cohesión en el pan que obtuvieron valores de 8.09 y 0.08, que son relativamente bajos, esto también fue observado por Güemes y colaboradores en 2015 cuando el pan regional de Tenango de Doria presentó un valor elevado de dureza, disminuyendo la elasticidad y cohesividad del pan por la pérdida de humedad debido al transporte para el análisis. También podemos ver que existieron diferencias significativas con el pan 4 que fue el que mostró mayor cohesividad y masticabilidad, con 0.77 y 0.11, en comparación con los otros panes, mientras que el pan 2 fue el que presentó mayor elasticidad con un valor de 10.93 (Güemes *et al.*, 2015).

Tabla 10. Análisis de perfil de Textura en pan de Marquesote.

<b>Pan</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Cohesividad</b>	<b>Elasticidad (mm)</b>	<b>Masticabilidad (J)</b>
<b>P1</b>	15.73±1.79 <sup>a</sup>	0.65±0.05 <sup>b</sup>	8.09±0.46 <sup>c</sup>	0.08±0.01 <sup>c</sup>
<b>P2</b>	14.10±0.31 <sup>a</sup>	0.75±0.01 <sup>a</sup>	10.93±0.24 <sup>a</sup>	0.11±0.00 <sup>a</sup>
<b>P3</b>	8.73±0.77 <sup>b</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>	8.72±0.12 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>
<b>P4</b>	14.51±1.45 <sup>a</sup>	0.77±0.01 <sup>a</sup>	9.49±0.22 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

### 6.2.4.3 Pan de cazueleja

En la tabla 11 se muestran los resultados del ATP del pan de cazueleja. El pan 4 fue el que mostró mayor dureza y masticabilidad, con valores de 43.95 y 0.08, esto puede deberse a que contiene un mayor % de fibra y proteína como se verá en los análisis bromatológicos de este pan, este fenómeno también fue observado por Almeida y colaboradores en el 2006 cuando el pan que contenía mayor cantidad de fibras y proteínas aumentó la dureza. Se observaron diferencias significativas con el pan 1 fue el que mostró mayor cohesividad y elasticidad, con valores de 0.28 y 8.04, en comparación con los otros panes (Almeida *et al.*, 2006).

Tabla 11. Análisis de perfil de Textura en pan de Cazueleja.

<b>Pan</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Cohesividad</b>	<b>Elasticidad (mm)</b>	<b>Masticabilidad (J)</b>
<b>P1</b>	29.36±4.28 <sup>a</sup>	0.28±0.06 <sup>a</sup>	8.04±1.59 <sup>a</sup>	0.07±0.02 <sup>a</sup>
<b>P2</b>	28.97±2.87 <sup>b</sup>	0.24±0.04 <sup>b</sup>	7.25±1.05 <sup>b</sup>	0.05±0.02 <sup>b</sup>
<b>P3</b>	42.43±5.48 <sup>a</sup>	0.22±0.04 <sup>b</sup>	6.35±1.68 <sup>c</sup>	0.06±0.02 <sup>a</sup>
<b>P4</b>	43.95±2.54 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>a</sup>	6.17±1.64 <sup>c</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=5)

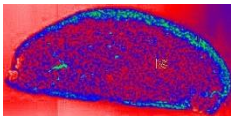
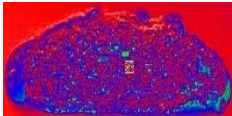
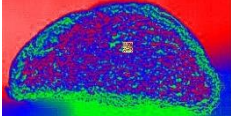
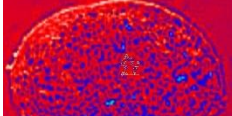
### 6.2.5 Análisis de imagen del pan

#### 6.2.5.1 Pan de yema

En la tabla 12 se muestran los resultados del análisis de imagen del pan de yema, donde se obtuvo un área promedio de las celdas en los 4 panes de 10.01 mm<sup>2</sup> sin existir diferencias significativas (P<0.05) entre ellas.

El número de alveolos por mm<sup>2</sup> fue mayor en el pan 2 y 3 con valores de 19 y 21 respectivamente, y debido a que existe una cantidad mayor de alveolos en estos panes existieron diferencias significativas con respecto a los panes 1 y 4. El pan 3 obtuvo de la misma forma, el área y el perímetro de alveolos por mm<sup>2</sup> mayor, con valores de 0.0219 y 0.5491, lo que da como resultado una mejor consistencia, debido a que el pan es más esponjoso, aunque la diferencia con los demás panes no es significativa. También se puede observar que el pan 1 fue el que obtuvo menor área y perímetro con valores de 0.0213 y 0.5465, lo que repercute en la consistencia del pan, haciéndolo el que puede presentar menor agrado al consumidor (Hinrichis *et al.*, 2001; Indrani *et al.*, 2007).

Tabla 12. Análisis de imagen de pan de yema

	P1	P2	P3	P4
Área de celda (mm <sup>2</sup> )	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>
Área de alveolos (mm <sup>2</sup> )	0.0213±0.02 <sup>a</sup>	0.0216±0.04 <sup>a</sup>	0.0219±0.03 <sup>a</sup>	0.0215±0.07 <sup>a</sup>
Número de alveolos	17±1.0 <sup>b</sup>	19±2.0 <sup>a</sup>	21±2.0 <sup>a</sup>	18±1.0 <sup>b</sup>
Perímetro de alveolos	0.5465±0.01 <sup>a</sup>	0.5477±0.05 <sup>a</sup>	0.5491±0.02 <sup>a</sup>	0.5472±0.04 <sup>a</sup>
				

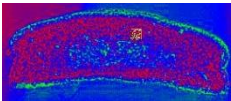
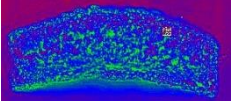
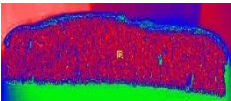
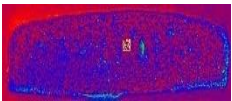
<sup>abcd</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05) (n=3)

#### 6.2.5.2 Pan de marquesote

En la tabla 13 se pueden observar los resultados del análisis de imagen del marquesote. El área promedio de las celdas en los 4 panes es de 10.01 mm<sup>2</sup> sin existir diferencias significativas (P<0.05) entre ellas.

El número de alveolos por mm<sup>2</sup> fue mayor en el pan 1 y 2 con valores de 15, y debido a que existe una cantidad mayor de alveolos en estos panes existieron diferencias significativas con respecto a los panes 3 y 4. También se puede observar que aunque estos panes tuvieron la misma cantidad de alveolos, el pan 1 tiene una menor cantidad de área y perímetro con valores de 0.0289 y 0.6389, haciéndolo menos esponjoso, por lo que el pan que tiene mejor consistencia de los 4 es el 2, con valores de área y perímetro de 0.0291 y 0.6498 respectivamente. Además, este análisis dio como resultado que el pan 3 fue el que obtuvo menor área y perímetro con valores de 0.0287 y 0.6272, haciéndolo el menos agradable al gusto (Hinrichis *et al.*, 2001; Indrani *et al.*, 2007).

Tabla 13. Análisis de imagen de marquesote

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>Área de celda (mm<sup>2</sup>)</b>	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>	10.01±0.0 <sup>a</sup>
<b>Área de alveolos (mm<sup>2</sup>)</b>	0.0289±0.18 <sup>a</sup>	0.0291±0.05 <sup>a</sup>	0.0287±0.03 <sup>a</sup>	0.0290±0.06 <sup>a</sup>
<b>Número de alveolos</b>	15±2.0 <sup>a</sup>	15±3.0 <sup>a</sup>	12±1.0 <sup>b</sup>	13±1.0 <sup>b</sup>
<b>Perímetro de alveolos</b>	0.6389±0.019 <sup>a</sup>	0.6498±0.053 <sup>a</sup>	0.6272±0.023 <sup>a</sup>	0.6293±0.042 <sup>a</sup>
				

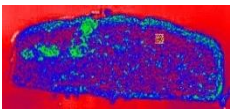
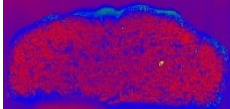
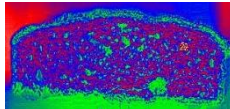
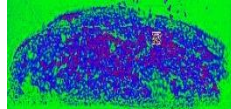
<sup>abcd</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05) (n=3)

### 6.2.5.3 Pan de cazuela

En la tabla 14 se muestran los resultados del análisis de imagen del pan de yema, donde se obtuvo un área promedio de las celdas en los 4 panes de 10.02 mm<sup>2</sup> sin existir diferencias significativas (P<0.05) entre ellas.

El número de alveolos por mm<sup>2</sup> fue mayor en el pan 1 con valores de 15, y aunque existe una cantidad mayor de alveolos en este pan, no existieron diferencias significativas con respecto a los demás, este también obtuvo el área y el perímetro de alveolos por mm<sup>2</sup> mayor, con valores de 0.0327 y 0.6870, por lo que tiene una mejor consistencia y esponjosidad, aunque la diferencia con los demás panes no es significativa. También se puede observar que el pan 3 fue el que obtuvo menor área y perímetro con valores de 0.0380 y 0.6898, haciéndolo el menos esponjoso de todos (Hinrichis *et al.*, 2001; Indrani *et al.*, 2007).

Tabla 14. Análisis de imagen de cazueleja

	P1	P2	P3	P4
<b>Área de celda (mm<sup>2</sup>)</b>	10.02±0.0 <sup>a</sup>	10.02±0.0 <sup>a</sup>	10.02±0.0 <sup>a</sup>	10.02±0.0 <sup>a</sup>
<b>Área de alveolos (mm<sup>2</sup>)</b>	0.0327±0.08 <sup>a</sup>	0.0336±0.05 <sup>a</sup>	0.0380±0.03 <sup>a</sup>	0.0350±0.06 <sup>a</sup>
<b>Número de alveolos</b>	15±1.0 <sup>a</sup>	14±1.0 <sup>a</sup>	13±3.0 <sup>a</sup>	14±1.0 <sup>a</sup>
<b>Perímetro de alveolos</b>	0.6870±0.019 <sup>a</sup>	0.6827±0.089 <sup>a</sup>	0.6898±0.079 <sup>a</sup>	0.6876±0.041 <sup>a</sup>
				

abcd Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05) (n=3)

### 6.3 Análisis químico proximal

#### 6.3.1 Pan de yema

Los resultados de los análisis bromatológicos en los panes de yema se muestran en la tabla número 15. Estas determinaciones dieron como resultado que el pan 1 contiene mayor % de humedad con 19.79% y cenizas con 0.79%. El pan 3 fue el que tuvo mayor % de proteína con 10.29%, lo que disminuyó su contenido de grasas, esto también fue observado por Cortez

y colaboradores en el 2010 cuando el pan regional del norte de Puebla presentó mayor contenido de proteína disminuyendo la cantidad de grasa. En cuanto al pan 4 se obtuvo un mayor % de grasa con 14.61% y fibra con 0.28%, y el pan 2 fue el que presentó mayor % de carbohidratos con 57.92% (Cortez *et al.*, 2010).

Tabla 15. Análisis bromatológicos del Pan de yema

Pan	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Fibra %	Proteína %	Carbohidratos %
P1	19.79 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.28 <sup>a</sup>	14.12 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	9.07 ± 0.13 <sup>c</sup>	56.16 ± 0.42 <sup>a</sup>
P2	18.12 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>b</sup>	13.82 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.02 ± 0.00 <sup>c</sup>	9.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	57.92 ± 0.01 <sup>a</sup>
P3	19.40 ± 0.50 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.01 <sup>a</sup>	13.03 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.01 ± 0.00 <sup>c</sup>	10.29 ± 0.11 <sup>a</sup>	56.64 ± 0.13 <sup>a</sup>
P4	19.47 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.01 <sup>c</sup>	14.61 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.01 <sup>a</sup>	9.84 ± 0.21 <sup>b</sup>	55.31 ± 0.33 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=3)

### 6.3.2 Pan de marquesote

En los análisis bromatológicos del marquesote que se encuentran en la tabla 16. Se puede observar que el pan 3 obtuvo mayor % de humedad con 24.57% y grasas con 5.45%, el pan 1 presentó un mayor % de cenizas con 1.39% y carbohidratos con 61.14%, en cuanto al pan 4 presentó mayor % de fibra con 0.08% y en proteína lo presentó el pan 2 con 11.87%. En contraste, el marquesote presenta una mayor cantidad de proteína que los otros dos panes esto se puede deber a los ingredientes utilizados en su elaboración ya que la característica de este pan es que se elabora con queso y yema de huevo, esto también fue observado por Güemes y colaboradores en el 2015 cuando el pan de la región de Necaxa obtuvo más proteína debido a los ingredientes utilizados para su producción (Güemes *et al.*, 2015).



Tabla 16. Análisis bromatológicos de Marquesote.

Pan	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Fibra %	Proteína %	Carbohidratos %
P1	23.07 ±0.04 <sup>b</sup>	1.39±0.34 <sup>a</sup>	4.13±0.07 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	10.22±0.08 <sup>d</sup>	61.14±0.45 <sup>a</sup>
P2	22.40±0.08 <sup>c</sup>	1.13±0.01 <sup>b</sup>	4.89±0.05 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>c</sup>	11.87±0.01 <sup>a</sup>	59.70±0.01 <sup>b</sup>
P3	24.57±0.07 <sup>a</sup>	0.98±0.0 <sup>c</sup>	5.45±0.06 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>c</sup>	11.67±0.01 <sup>b</sup>	57.29±0.04 <sup>c</sup>
P4	23.53±0.08 <sup>a</sup>	1.27±0.0 <sup>a</sup>	4.10±0.00 <sup>c</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	10.94±0.06 <sup>c</sup>	60.07±0.17 <sup>a</sup>

<sup>abcd</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=3)

### 6.3.3 Pan de cazueleja

En la tabla 17 se presentan los resultados de los análisis bromatológicos del pan de cazueleja. El pan 4 presentó mayor % en humedad con 15.58%, grasa con 14.60%, fibra con 0.14% y proteína con 8.61%, mientras que el pan de 3 presento el mayor % de cenizas con 0.81%, y el 1 mayor % de carbohidratos con 62.09%. El alto contenido de carbohidratos de este pan a comparación de los otros dos se puede deber a que está cubierto de azúcar y las pasas que se encuentran dentro de él. Esto también fue observado por González y colaboradores en 2009 cuando el pan de Mérida aumento su cantidad de carbohidratos debido a que contenía frutos secos entre ellos pasas (González *et al.*, 2009).

Tabla 17. Análisis bromatológicos de Cazueleja.

Pan	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Fibra %	Proteína %	Carbohidratos %
P1	14.89±0.30 <sup>b</sup>	0.64±0.06 <sup>b</sup>	14.33±0.25 <sup>a</sup>	0.11±0.00 <sup>a</sup>	7.94±0.04 <sup>c</sup>	62.09±0.16 <sup>a</sup>
P2	15.46±0.10 <sup>a</sup>	0.53±0.01 <sup>c</sup>	13.91±0.11 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	8.11±0.05 <sup>b</sup>	61.97±0.27 <sup>a</sup>
P3	15.52±0.33 <sup>a</sup>	0.81±0.02 <sup>a</sup>	14.49±0.15 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>	8.40±0.13 <sup>a</sup>	60.75±0.28 <sup>b</sup>
P4	15.58±0.13 <sup>a</sup>	0.44±0.14 <sup>d</sup>	14.60±0.23 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	8.61±0.01 <sup>a</sup>	60.62±0.50 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05). (n=3)

## 6.4 Análisis microbiológicos

### 6.4.1 Pan de yema

Los análisis microbiológicos son de gran importancia porque se requieren para conocer el contenido de microorganismos viables en un alimento y refleja si el manejo sanitario del producto ha sido el adecuado. Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos efectuados en los panes en las tablas 18, 19 y 20. En donde el pan de yema 2 fue el que presentó una mayor cantidad de UFC por mL a las 48h con el medio de cultivo cuenta estándar. El pan de yema 1 por el medio de cultivo MacConkey, fue el que presentó una mayor cantidad de UFC por mL a las 144h. Con el medio de cultivo de papa dextrosa, el pan de yema 4 presento una mayor cantidad UFC por mL en las primeras 48h. Los resultados arrojaron que el manejo y elaboración de los panes fue hecha de manera adecuada, ya que las UFC estuvieron dentro de los rangos de la norma NOM-092 (NOM-092-SSA1-1994).

Tabla 18. Resultado del análisis de mesófilos aerobios en pan de yema (Log10 UFC/ mL) (n=6)

Pan	Tiempo		
	24	48	72
P1	NC	3.45	3.45
P2	NC	3.92	3.92
P3	NC	3.56	3.56
P4	NC	3.30	3.30

Tabla 19. Resultado del análisis de enterobacterias de pan de yema (Log10 UFC/mL) (n=6)

Pan	Tiempo.					
	24	48	72	96	120	144
P1	NC	NC	NC	NC	NC	2.30

<b>P2</b>	NC	NC	NC	NC	NC	NC
<b>P3</b>	NC	NC	NC	NC	NC	1.90
<b>P4</b>	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Tabla 20. Resultado del análisis de mohos y levaduras de pan de yema (Log10 UFC/mL) (n=6)

<b>Pan</b>	<b>Tiempo</b>		
	24	48	72
<b>P1</b>	NC	4.60	4.60
<b>P2</b>	NC	NC	NC
<b>P3</b>	NC	NC	NC
<b>P4</b>	NC	5.08	5.08

#### 6.4.2 Pan de marquesote

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos efectuados en los panes se resumen en las Tablas 21, 22 y 23 del pan de marquesote, en donde el marquesote 1 presentó la mayor cantidad de UFC por mL a las 24h, con el medio de cultivo de cuesta estándar. Para el medio de cultivo MacConkey, el marquesote 2 presentó la mayor cantidad de UFC por mL a las 144h y el marquesote 4 fue el que presentó una mayor cantidad de UFC por mL a las 48h con el medio de cultivo de papa dextrosa. Los resultados obtenidos están dentro de los rangos de la norma NOM 210 (NOM-210-SSA1-2014).

Tabla 21. Resultado del análisis de mesófilos aerobios de pan de marquesote (Log10 UFC/mL) (n=6)

<b>Pan</b>	<b>Tiempo</b>		
	24	48	72
<b>P1</b>	3.69	3.69	3.69

<b>P2</b>	3.46	3.46	3.46
<b>P3</b>	3.55	3.55	3.55
<b>P4</b>	3.36	3.36	3.36

Tabla 22. Resultado del análisis de enterobacterias de pan de marquesote (Log10 UFC/mL) (n=6)

<b>Pan</b>	<b>Tiempo.</b>					
	24	48	72	96	120	144
<b>P1</b>	NC	NC	NC	NC	NC	1.60
<b>P2</b>	NC	NC	NC	NC	NC	2.64
<b>P3</b>	NC	NC	NC	NC	NC	NC
<b>P4</b>	NC	NC	NC	NC	NC	1.90

Tabla 23. Resultado del análisis de mohos y levaduras de pan de marquesote (Log10 UFC/ml) (n=6)

<b>Pan</b>	<b>Tiempo</b>		
	24	48	72
<b>P1</b>	NC	4.49	4.49
<b>P2</b>	NC	4.47	4.47
<b>P3</b>	NC	4.55	4.55
<b>P4</b>	NC	4.68	4.68

#### 6.4.3 Pan de cazueleja

Los resultados de los análisis microbiológicos efectuados en los panes se resumen en las Tablas 24, 25 y 26 del pan de cazueleja, en donde el pan de cazueleja 3 fue el que hubo más desarrollo UFC por mL a las 48h con el agar de cuenta estándar. Con el medio de cultivo MacConkey, el pan de cazueleja no presentó crecimiento. En cambio, el pan de cazueleja 2 presentó crecimiento de UFC por mL a las 48h, con el medio de cultivo de papa dextrosa. Los resultados demuestran que el transporte y manejo de los panes fue realizado de manera

correcta por lo que las UFC están dentro de los rangos de la norma NOM 255 (NOM-F255-1978).

Tabla 24. Resultado del análisis de mesófilos aerobios de pan de cazueleja (Log10 UFC/ml) (n=6)

Pan	Tiempo		
	24	48	72
P1	NC	3.08	3.08
P2	NC	3.45	3.45
P3	NC	4.36	4.36
P4	NC	4.24	4.24

Tabla 25. Resultado del análisis de enterobacterias de pan de cazueleja (Log10 UFC/ml) (n=6)

Pan	Tiempo.					
	24	48	72	96	120	144
P1	NC	NC	NC	NC	NC	NC
P2	NC	NC	NC	NC	NC	NC
P3	NC	NC	NC	NC	NC	NC
P4	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Tabla 26. Resultado del análisis de mohos y levaduras de pan de cazueleja (Log10 UFC/ml) (n=6)

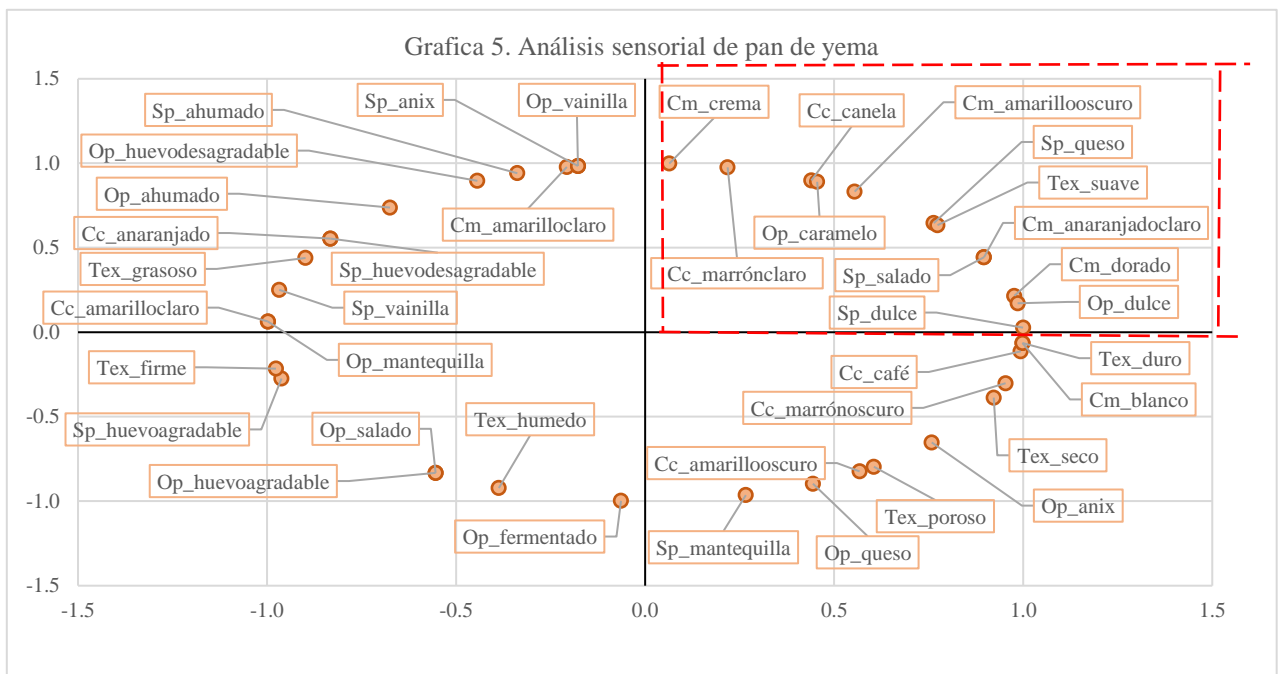
Pan	Tiempo		
	24	48	72
P1	NC	4.64	4.64

<b>P2</b>	NC	4.76	4.76
<b>P3</b>	NC	NC	NC
<b>P4</b>	NC	3.60	3.60

## 6.5. Análisis sensorial

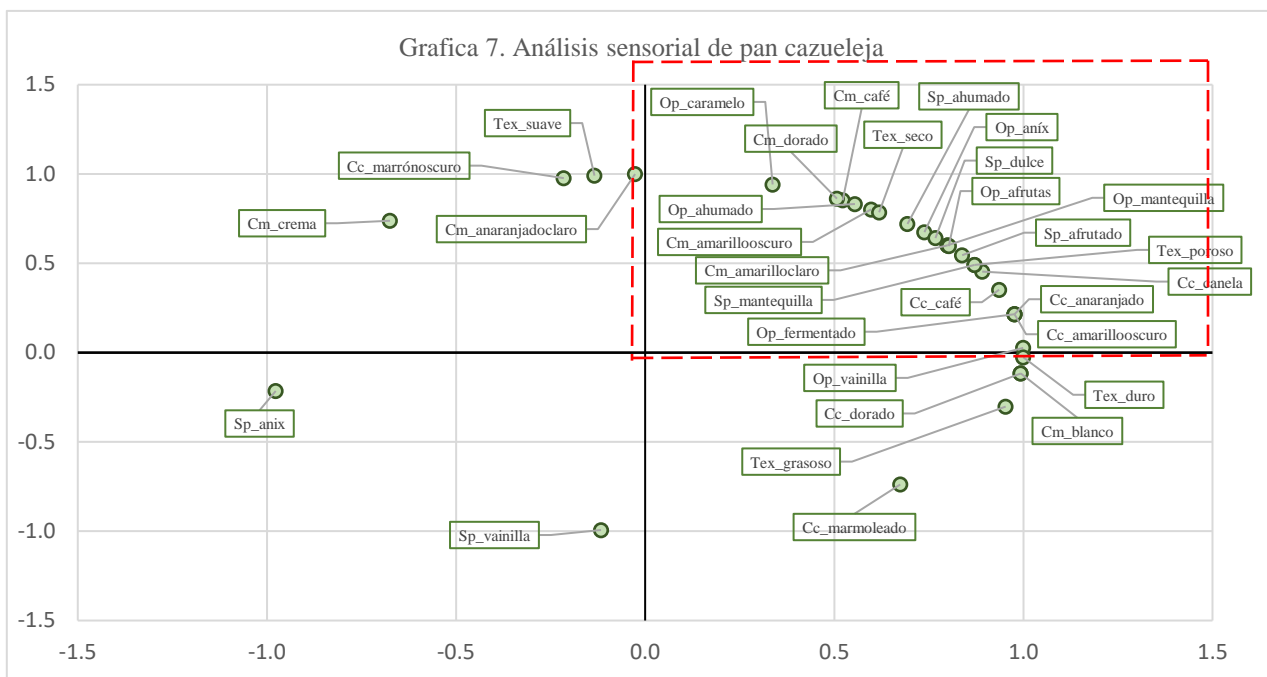
### 6.5.1 Pan de yema

Para este análisis, primero se realizaron encuestas de manera presencial y en línea, en las que podemos considerar que los consumidores habituales de estos panes tienen las siguientes apreciaciones de los alimentos de calidad: en la gráfica 5 sobresalen los atributos del pan de yema que son: en color de corteza que va de un marrón claro a un canela, en la miga van de un color dorado, anaranjado hasta un amarillo oscuro, en cuanto a los atributos de olor de este pan van de un aroma dulce a caramelo, en cuanto a sabor hay diferencias por parte de la apreciación de los jueces ya que va de dulce a salado, y hasta sabor a queso, y finalmente la textura de este pan dio como resultado una percepción muy suave.





café, en color de miga varían ya que van de un amarillo claro a oscuro, y dorado, en lo que respecta a su aroma tiene diferencias ya que los jueces identificaron aromas a vainilla, frutas, caramelo, mantequilla, anís y ahumado, siendo el aroma a frutas el valor más alto, lo que puede deberse a la presencia de pasas el pan; en cuanto a su sabor destacan los atributos a frutas, mantequilla, dulce y ahumado, y la textura va de un pan poroso a seco.





## 7. Conclusiones

En el análisis de perfil de textura se observó que la pérdida de humedad en los panes influye directamente en el parámetro de dureza, esto es importante debido a que cuando se presenta una mayor dureza se requiere una mayor fuerza en el proceso de masticabilidad. También se observó que la masticabilidad se ve influenciada por el contenido de proteínas especialmente en el marquesote.

El aumento en la luminosidad de las cortezas de los panes de cazueleja en especial en el pan P3 con un valor de 55.51, está relacionado con la cantidad de azúcar con la que se escarcha, ya que a mayor cantidad de azúcar en la corteza mayor es el valor de L\*. En el color de la miga el parámetro que predomina es el de b\*, ya que todas las coloraciones de las migas estuvieron en el rango de color amarillo.

El marquesote presentó en los análisis bromatológicos la cantidad de proteínas de 11.87%, por lo que se puede concluir que es un pan donde los ingredientes influyen en las características fisicoquímicas, ya que para la elaboración de este pan se utiliza queso y huevo.

La elaboración y manejo de los panes fue hecha con inocuidad a pesar de las formas tradicionales de preparación.

El análisis de imagen de los panes demostró que una mayor cantidad, área y perímetro de alveolos, se presenta un pan más esponjoso y de mejor consistencia, por lo que el mejor pan de yema es el 3, el mejor marquesote es el 2 y la mejor cazueleja es la 3.

## 8. Bibliografía

(2018c, April 8). Pan Coletto, tradición en la gastronomía de chiapaneca. Chiapadeliciate. <https://chiapadeliciate.wordpress.com/2018/04/08/pan-coleto-tradicion-en-la-gastronomia-de-chiapaneca/>

“Bienes y servicios. método para la cuenta de bacterias aerobias en placa”. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial Mexicana, Diario oficial de la Federación, 10 de noviembre de 1995.

“Bienes y servicios. método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos”. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Diario Oficial Mexicana, Diario oficial de la Federación, 10 de mayo de 1995.

“Bienes y servicios. método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos”. Norma Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994. Diario Oficial Mexicana, Diario oficial de la Federación, 10 de mayo de 1995.

“Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba”. NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008. Diario Oficial Mexicana, Diario oficial de la Federación, 2 de junio de 2008.

A.O.A.C. 2003. Official Methods of Analyses. 15 th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C., USA

Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (1st ed., Vol. 1). Acribia, S.A.

Barbosa-Ríos, J. A., Castellón-Jardón, J., Guadarrama-Lezama, A. Y., Alvarez-Ramirez, J., Meraz, M., & Carrillo-Navas, H. (2018). Effect of new generation enzymes addition on the physical, viscoelastic and textural properties of traditional Mexican sweet bread. *Journal of Cereal Science*, 79, 160-167. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.012>

Bello, J. B. (2012). *Ciencia bromatológica (Spanish Edition)* (1st ed.). Díaz de Santos.

Boletín Oficial del Estado, diario oficial nacional de España (1984). “Real Decreto 1137/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, circulación y comercio del pan y panes especiales”. 17-11-2020 Recuperado de: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1984/03/28/1137>

Boletín Oficial del Estado, diario oficial nacional de España (2019). “Real Decreto 308/2019, de 26 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para el pan”. 15-11-2020 Recuperado de: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-6994](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-6994)

Boletín Oficial del Estado, diario oficial nacional de España (2010). “Real Decreto 496/2010, de 30 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para los productos de confitería, pastelería, bollería y repostería” 16-11-2020 Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-7714>

Bollaín, C., & Collar, C., 2004. Dough viscoelastic response of hydrocolloid/enzyme/surfactant blends assessed by uni-and bi-axial extension measurements. *Food Hydrocolloids* 18(3), 499-507.

Caballero, P.A., Gómez, M., & Rosell, C.M., 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering* 81(1), 42-53.

CANAINPA. Historia del pan. Cámara nacional de la industria panificadora y similares de México, <http://www.canainpa.com.mx/varios/historia.asp>

Carnicero, J. (2012). *Estudios acelerados para la estimación de la vida útil de los alimentos no perecederos*. (1ª ed.). Ainia.

Cartay, R. (2022). El Pan, Simbología y Significación. *Revista De Gastronomía Y Cocina*, 1(1). Recuperado a partir de <http://academiaculinaria.org/index.php/gastronomia-cocina/article/view/9>

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (2017). *Pueblos indígenas de México en el siglo XXI*. Ciudad de México.

CONOCER (2015). “Estándar de competencia. Producción de pan artesanal” 16-11-2020  
Recuperado de: [https://conocer.gob.mx/contenido/publicaciones\\_dof/EC0618.pdf](https://conocer.gob.mx/contenido/publicaciones_dof/EC0618.pdf)

Cruz-Guerrero, A.E., Olvera, J.L., García-Garibay, M., Gómez-Ruiz, L., 2006. Inulinasehyperproducing strains of *Kluyveromyces* sp. isolated from aguamiel (Agave sap) and pulque. *World J. Microb. Biot.* 22 (2), 115-117.

D'Aloisio, ML y Herrera, JM (2009). *Panadería de Aquí y de Allá* (1ª ed.). Utilísima Multimedia.

Dirección General de la Industria Alimentaria, Subdirección General de Control y de Laboratorios Alimentarios (2013). “Principales disposiciones aplicables a las harinas y derivados” 16-11-2020 Recuperado de: [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/legislacion/recopilaciones-legislativas-monograficas/recopilacionlegislativaharinasyderivados\\_tcm30-79100.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/legislacion/recopilaciones-legislativas-monograficas/recopilacionlegislativaharinasyderivados_tcm30-79100.pdf)

Duarte Florez, Jose Daniel. (2019). Historia de la ingeniería de alimentos en Colombia : ciencia, inocuidad alimentaria, política y regulación. 1967-2018. *Tecnología De Los Alimentos*, 2(5). [https://doi.org/10.48713/10336\\_20080](https://doi.org/10.48713/10336_20080)

Dura, A., & Rosell, C.M., 2016. Enzymes in baking. In Ray, R.C., Rosell, C.M. (Eds.), *Microbial Enzyme Technology in Food Applications*. CRC Press, Florida, pp. 295-314.

Escalante, A., Giles-Gómez, M., Esquivel Flores, G., Matus Acuña, V., Moreno-Terrazas, R., López-Munguía, A., Lappe-Oliveras, P., 2012. Pulque fermentation, in: Hui, Y.H. (Ed.), *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology*, second ed. CRC Press, Boca Raton, pp. 691-706.

Escalante, A., Giles-Gómez, M., Hernández, G., Córdova-Aguilar, M.S., López-Munguía, A., Gosset, G., Bolívar, F., 2008. Analysis of bacterial community during the fermentation of pulque, a traditional Mexican alcoholic beverage, using a polyphasic approach. *Int. J. Food Microbiol.* 124 (2), 126-134.

Escalante, A., Rodríguez, M.E., Martínez, A., López-Munguía, A., Bolívar, F., Gosset, G., 2004. Characterization of bacterial diversity in pulque, a traditional Mexican alcoholic

fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *FEMS Microbiol. Lett.* 235 (2), 273-279.

Escalante, A., Soto, D.R.L., Gutiérrez, J.E.V., Giles-Gómez, M., Bolívar, F., López-Munguía, A., 2016. Pulque, a traditional mexican alcoholic fermented beverage: Historical, microbiological, and technical aspects. *Front. Microbiol.* 7.

Fierro Mosquera, D. G., & Herrera Jimenez, H. J. (2018). Análisis de la evolución de la panificación en la provincia del Carchi como patrimonio alimentario a través de la revalorización de sus técnicas y preparaciones tradicionales. *INNOVA Research Journal*, 3(8.1), 142–153. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n8.1.2018.748>

Florescano, E. (1993). *EL PATRIMONIO CULTURAL DE MÉXICO* (1st ed., Vol. 1). CONSEJO NACIONAL PARA LA CULTURA Y LAS ARTES FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.

Formación emprendedora y para el trabajo SABES (2019). “Productor artesanal de panificación y repostería: formación emprendedora y para el trabajo” 15-11-2020  
Recuperado de: <https://sabes.edu.mx/GTO/media/docs/manualSABES-productor-artesanal-de-panificacion-y-reposteria.pdf>

Franco-Miranda, H., Chel-Guerrero, L., Gallegos-Tintoré, S., Castellanos-Ruelas, A., & Betancur-Ancona, D. (2017). Physicochemical, rheological, bioactive and consumer acceptance analyses of concha-type Mexican sweet bread containing Lima bean or cowpea hydrolysates. *LWT*, 80, 250-256. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.034>

Gallego P., M. (2004). “Manual de buenas prácticas de fabricación en una industria elaboradora de pan, pan especial y productos de pastelería biológicos” 17-11-2020  
Recuperado de:  
[http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/manual\\_BPF\\_pan\\_product\\_pasteleria\\_biologicos\\_mar%20gallego%20perez.pdf](http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/manual_BPF_pan_product_pasteleria_biologicos_mar%20gallego%20perez.pdf)

García-Plata, Y., Luján-Méndez, F., Martínez-Pérez, R. M., & Chávez-Servín, J. L. (2020). Análisis nutrimental de un recetario mexicano de cocina de 1943. *Estudios Sociales. Revista De Alimentación Contemporánea Y Desarrollo Regional*, 30(55). <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.856>

Gaspar, VT, Torres, Á. JM, Alonso, RP, Moreno, RE y Moreiras, VG (2018). *La alimentación española: características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta (Spanish Edition)* (1st ed.). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica.

Gaziantep Commodity Exchange (GTB) (2017). The geographical sign registration certificate for Antep Tırnaklı Pidesi (Gaziantep pita), No: 223, Gaziantep, Turkey.

Godina, A.R., Cruz-Guerrero, A.E., Lappe, P., Ulloa, M., García-Garibay, M., Gómez-Ruiz, L., 2001. Isolation and identification of killer yeasts from Agave sap (aguamiel) and pulque. *World J. Microb. Biot.* 17 (6), 557-560.

Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., & Delcour, J.A., 2009. Amylases and bread firming—an integrated view. *Journal of Cereal Science* 50(3), 345-352.

Gomes-Ruffi, C.R., da Cunha, R.H., Almeida, E.L., Chang, Y.K., & Steel, C.J., 2012. Effect of the emulsifier sodium stearyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *LWT-Food Science and Technology* 49(1), 96-101.

Gómez, M., Del Real, S., Rosell, C.M., Ronda, F., Blanco, C.A., & Caballero, P.A., 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of breadmaking and wheat bread quality. *European Food Research and Technology* 219(2), 145-150.

González Gomez, M., Vargas Osorio, Z, Sainz, J. M., Vieytes, M. R., Rivas, J., Botana, L. M., 2019. Detoxification agents based on magnetic nanostructured particles as a novel strategy for mycotoxin mitigation in food. *Food Chem.* 294, 60-66. 10.1016/j.foodchem.2019.05.013.

Gonzalez, M., Reyes, I., Carrera-Tarela, Y., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2020). Charcoal bread: Physicochemical and textural properties, in vitro digestibility, and dough rheology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, 100227. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100227>

González-Montiel, L., Altamirano-Fortoul, R. C., & Campos-Pastelin, J. M. (2019). Calidad microbiológica del pan de caja adicionadas con harinas no convencionales. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 743–750.

Güemes-Vera, N., Soto-Simental, S., Reyes-Santamaria, M. I., & Hernández-Chávez, J. F. (2015). Physicochemical Characterization of Regional Breads Produced in the Northern Mountains of Puebla State, Mexico. *Food Engineering Series*, 605–609. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2578-0\\_57](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2578-0_57)



Gutierrez, G., Alamilla, L., Del Pilar, M., Welti, J., Parada, E., Barbosa, G. (2016). Physicochemical Characterization of Regional Breads Produced in the Northern Mountains of Puebla State, Mexico. Editorial, Springer.

Haros, M., Rosell, C.M., & Benedito, C., 2002. Effect of different carbohydrases on fresh bread texture and bread staling. *European Food Research and Technology* 215(5), 425-430.

Heenan, S. P., Dufour, J. P., Hamid, N., Harvey, W., & Delahunty, C. M. (2009). The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. *Food Research International*, 41(10), 989–997. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.08.002>

Hemalatha, M.S., Rao, U.P., Leelavathi, K., & Salimath, P.V., 2010. Influence of amylases and xylanase on chemical, sensory, amylograph properties and microstructure of chapati. *LWT Food Science and Technology* 43(9), 1394-1402.

Hensperger, B., Staff, C. B. L., & Budnik, V. (2002). *Bread*. Chronicle Books.

Hernandez, M., Duran, D. (2012). Características reológicas del pan de agua producto autóctono de Pamplona (Norte de Santander). *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*.10(2):61-74. <https://biblat.unam.mx/hevila/BistuaPamplona/2012/vol10/no2/8.pdf>

Hinrichis, J. (2001). Incorporation of proteins. *International Dairy Journal*, 495-503.

Hofmann, T., Schieberle, P. (2000). Formation of aroma-active Strecker-aldehydes by a direct oxidative degradation of Amadori compounds. *J. Agr. Food Chem.* 48 (9), 4301-4305.

Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, J., & Venkateswara, G. (2007). Influence of protein on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Research International*, 1254–1260.

Jacinte, B. (2013). *Innovation et patrimoine alimentaire en espace rural (Update Sciences & technologies) (French Edition) (1st ed.)*. Quae. <https://journals.openedition.org/economierurale/pdf/4291>

Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A., & Risvik, E. (2004). Sensory qualities of whole wheat pan bread—influence of farming system, milling and baking technique. *Journal of Cereal Science*, 39(1), 67–84. [https://doi.org/10.1016/s0733-5210\(03\)00067-5](https://doi.org/10.1016/s0733-5210(03)00067-5)

Koca, N., & Yazıcı, H. (2014). Coğrafi faktörlerin Türkiye ekmek kültürü üzerindeki etkileri. *International Period Language Literature Historical Turk*, 9(8), 35–45.

La tradición, el patrimonio y la identidad. (2004). *Revista de Estudios Extremeños*, 60(3), 925–956. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1125260>

Lira, A.Q., Alvarado-Resendiz, M.G., Simental, S.S., Martini, J.P., Reyes-Santamaria, M.I., Guemes-Vera, N., (2014). Use of *Lactobacillus* from pulque in sourdough. *Adv. Microbiol.* 4 (14), 969.

Luz-Elena Ramírez, Cristian Núñez, Mónica Pacheco-Valderrama, Oscar Porras-Atencia, Edwing Velasco-Rozo. (2017). Physicochemical Characterization of Pava Guajava (*Bellucia grossularioides* L.Triana) in their different physiological states. *Revista Alimentos Hoy*, 25(40), 69–76. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/433>

Mandujano Sandoval, C. de J. ., & del Carpio Ovando, P. S. . (2021). TRADICIÓN E INNOVACIÓN DEL PAN ARTESANAL DE ACÁMBARO, GUANAJUATO MÉXICO. FACE: Revista De La Facultad De Ciencias Económicas Y Empresariales, 19(2), 90–103. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2019.479>

María del Rosario Bautista Espinosa de los Monteros. (2019). Baking for the Ancestors in Tepeyanco, Tlaxcala: Bread and Reciprocity between the Living and the Dead. *Mirada Antropológica*, 14(17), 50-66. Retrieved from <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/mirant/article/view/304>

Martínez T. (2006). Diagnosis of beekeeping and bees breeding in Colombia, Ministry of Agriculture and Rural Development – Productive Chains Office. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, Bogotá, Colombia (in Spanish).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España (2018). “Proyecto de Real decreto por el que se aprueba la norma de calidad para el pan (Versión 23.05.2018)”. 17-11-2020 Recuperado de: [https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/ESP/18\\_3121\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/ESP/18_3121_00_s.pdf)

Pekmez, H. (2018). Physicochemical characteristics and flourgraph properties of wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) used in flat bread (Gaziantep pita). *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 965-971. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1513077>

Pérez Samper, M.Á. (2020). La historia de la alimentación: un proyecto de historia total (4th ed., Vol. 7). ISBN:978-84-472-2207-0

Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidarou, C., Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E., (2011). Application of novel starter cultures for sourdough bread production. *Anaerobe* 17, 486-489. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2011.03.022.

Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Reinhart, P. (2006). *El aprendiz de panadero: El arte de elaborar un pan extraordinario* (1ª ed.). RBA Libros.

República de Chile, Ministerio de Salud, División Jurídica (2018). “Reglamento sanitario de los alimentos dto. no. 977/96 publicado en el Diario Oficial de 13.05.97” 15-11-2020  
Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/chi9315.pdf>

Ruiz Gómez, M. I. (2021). Los sabores de la nostalgia. Los gustos, las identidades y las emociones en los sistemas de alimentación en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 1980-2020, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica).

Solomon, M. R. (2008). *Comportamiento del consumidor* (7th ed.). Pearson Prentice Hall.

Stanton, W. J. (2007). *Fundamentos de Marketing* (14th ed., Vol. 1). The McGraw-Hill.

Sulca, E. (1994). *El pan coleteo*. UNICACH.  
<https://repositorio.cesmecha.mx/handle/11595/429>

Tejera Osuna, I. (1993). *El libro del pan*; Madrid: Alianza editorial,

Vázquez, A. S. (2005). La alimentación en México: enfoques y visión a futuro. *Estudios Sociales*, 13(25), 3–23. <https://www.redalyc.org/pdf/417/41702501.pdf>

Vega Castro, S. A., De Marco, R., & Di Risio, C. (2015). PROPIEDADES FÍSICAS Y SENSORIALES DE UN PAN FRESCO, CON LA ADICIÓN DE LAS ENZIMAS LACASA, XILANASA Y LIPASA. *Revista EIA*, 12(24), 87–100. <https://doi.org/10.24050/reia.v12i24.876>

Vernon-Carter, E. J., Garcia-Diaz, S., Reyes, I., Carrillo-Navas, H., & Alvarez-Ramirez, J. (2017). Rheological and thermal properties of dough and textural and microstructural characteristics of bread with pulque as leavening agent. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 9, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.03.001>

Viqueira, R. M. S. (1997). EVOLUCIÓN DEL SECTOR PANADERO: TÉCNICAS ACTUALES DE PANIFICACIÓN. *Ciencia y tecnología Alimentaria*, 1(5), 149–152. <https://doi.org/10.1080/11358129709487575>

Wehrle, K., Arendt, E.K. (1998). Rheological changes in wheat sourdough during controlled and spontaneous fermentation. *Cereal Chemistry*. 75 (6), 882-886.