



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIA ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA

TESIS

Elaboración de 2 panes tipo hogaza usando masa madre adicionada
con pulque y miel

Para Obtener El Título De
Licenciado En Gastronomía

PRESENTA:

Jesús Raciél Gress Medina

DIRECTOR (A)

L. G. Elsa Nathalie Barranco Angeles

CODIRECTOR

Mtro Jair Emmanuel Onofre Sanchez

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR,
PRESENTE.

Con fundamento en los Artículos 1° y 3° de la Ley Orgánica y el Título Quinto, Capítulo II, Artículo 114, Fracción X y XI del Estatuto General, así como en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 40 y 41 del Reglamento de Titulación, ordenamientos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el jurado del examen recepcional ha revisado, analizado y evaluado el trabajo titulado **"Elaboración de 2 panes tipo hogaza usando masa madre adicionada con pulque y miel"**, presentado por el C. **JESÚS RACIEL GRESS MEDINA**, con número de cuenta **333653**, de la **LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA**, otorgando el voto aprobatorio para extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que el/la sustentante deberá cubrir los requisitos de acuerdo al Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el que sustentará y defenderá el documento de referencia.

ATENTAMENTE
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 San Agustín Tlaxiaca, Hgo., a 30 de abril del 2026

EL JURADO

E. EN B. JUAN FRANCISCO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

MTRO. JAIR EMMANUEL ONOFRE SÁNCHEZ
SECRETARIO

L.C. ELSA NATHALIE BARRANCO ÁNGELES
PRIMER VOCAL

DRA. FLOR VIRIDIANA VEGA SERRANO
SUPLENTE

Vo. Bo.
DRA. ARLEN CERÓN ISLAS
DIRECTORA

c.c.p. Coordinador de Titulación del ICEA.
 Líder del Cuerpo Académico
 Coordinación del programa educativo
 Alumno/Egresado

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan
 Tilcuautila, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
 México; C.P. 42160
 Teléfono: 771 71 72000 Ext. 4101
 icea@uaeh.edu.mx



Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida y darme las herramientas para poder salir adelante en este camino que he recorrido.

Le doy las gracias a mis maestros, que fueron mi guía en este proyecto, a mi directora de tesis, L.G. Nathaly Barranco Ángeles, y a mi codirector, Mtro. Jair Emmanuel Onofre Sanchez, por su apoyo, guía, paciencia, tiempo y entrega en esta investigación.

A mis tíos, Juan Lopez, Juana Medina, Vicente Medina y Yanira Ramos, por apoyarme en todo desde que nací. Gracias por ser mis padres y tratarme como su hijo aún sin serlo porque si no fuera por ustedes, yo no tendría lo que tengo.

A mi madre, Oralia Medina, que siempre me ha ayudado en todo aún cuando todo parecía perdido.

A mi abuelita Rosa Ignacio Cano, por ser mi guía y mi fortaleza cuando sentía que mi mundo se desmoronaba; por darme de comer cuando sus manos ya no podían, por cuidarme cuando sus pies le pesaban y por observarme cuando sus ojos estaban cansados. Muchas gracias mami.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 El pan.....	14
2.1.1 Historia del pan.....	14
2.1.2 Pan de masa madre.....	15
2.1.3 Pan de hogaza.....	16
2.1.4 Pasos para la elaboración del pan.....	16
2.1.5 La miel.....	20
2.2 El pulque.....	21
2.2.1 Historia.....	21
2.2.1.1 El pulque en la época prehispánica.....	21
2.2.1.2 La colonia y los intereses comerciales.....	22
2.2.2 El pulque en la época moderna.....	24
2.2.2.1 El desprestigio del pulque.....	24
2.2.2.2 Los consumidores de pulque.....	24
2.2.3 Los Agaves pulqueros.....	25
2.2.3.1 Descripción.....	25
2.2.3.2 La domesticación del maguey.....	25
2.2.3.3 Los agaves a nivel nacional y sus usos.....	25
2.2.3.4 Cultivo del maguey en México.....	26
2.2.3.5 Variedades de agave usadas en la elaboración del pulque.....	26
2.2.4 Nutrientes en el pulque y el aguamiel.....	28
2.2.4.1 Probióticos en el pulque.....	28
2.3 Fermentación.....	29
2.3.1 Fermentación láctica.....	29
2.3.2 Fermentación acética.....	30
2.3.3 Fermentación alcohólica.....	30
2.3.4 Pre fermentos para la elaboración del pan.....	30
2.3.4.1 Poolish.....	30
2.3.4.2 Biga.....	31
2.3.4.3 Esponja.....	31
2.3.4.4 Masa madre.....	31
2.3.4.4.1 Consideraciones al elaborar una masa madre.....	32
2.3.5 Fermentación del pulque.....	35
2.3.6 Fermentación del pan.....	36
2.4 Análisis sensorial.....	37
2.4.1 Los sentidos.....	37
2.4.1.1 Sabor.....	38
2.4.1.2 Olor.....	38
2.4.1.3 Tacto.....	38

2.4.2 Pruebas sensoriales.....	38
3. Justificación.....	40
4. Objetivos.....	41
5. Metodología Experimental.....	42
5.1 Método de estudio.....	42
5.2 Enfoque de investigación.....	43
5.3 Procedimiento.....	43
5.3.1 Propósitos de la recolección de la información.....	43
5.3.2 Construcción del instrumento de medición.....	43
5.3.2.1 Cuestionario.....	44
5.3.2.2 Elaboración de las masas madre.....	44
5.3.2.3 Elaboración del pan.....	45
5.3.2.4 Aplicación de las pruebas.....	45
5.3.2.4.1 Aplicación de la prueba de preferencia.....	46
5.3.2.4.2 Aplicación de la prueba de escala hedónica verbal.....	46
5.3.2.5 Medición de pH.....	47
6. Resultados y discusión.....	48
6.1 Parámetros generales.....	48
6.2 Interpretación de datos.....	50
6.2.1.1 Reconocimiento del pulque en los consumidores.....	50
6.2.1.2 Preferencia del pulque por parte de los jueces.....	51
6.2.1.3 Consumo del pulque.....	52
6.2.1.4 Conocimiento de la masa madre.....	54
6.2.1.5 Consumo de pan en México.....	55
6.2.1.6 Características buscadas en un pan.....	57
6.2.1.7 Beneficios de la masa madre.....	59
6.2.2 Identificación de preferencia sobre 2 muestras de pan.....	60
6.2.3 Identificación de escala de preferencia en base a sabor, aroma y textura.....	61
6.2.3.1 Nivel de agrado en sabor.....	61
6.2.3.2 Nivel de agrado en aroma.....	62
6.2.3.3 Nivel de agrado en textura.....	63
6.2.3.4 Resultados estadísticos.....	64
6.2.4 Resultados de los valores de pH.....	65
6.2.5 Aporte Nutricional.....	66
7. Conclusiones.....	68
8. Perspectivas.....	69
9. Referencias.....	70
10. Anexos.....	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ficha de preferencia.....	47
Ilustración 2: Ficha de escala hedónica.....	47
Ilustración 3: Masa madre de pulque y miel día 1.....	78
Ilustración 4: Masa madre de pulque día 1.....	78
Ilustración 5: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 1.....	78
Ilustración 6: Crecimiento de masa madre de pulque día 1.....	78
Ilustración 7: Masa madre de pulque y miel día 2.....	79
Ilustración 8: Masa madre de pulque día 2.....	79
Ilustración 9: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 2.....	79
Ilustración 10: Crecimiento de masa madre de pulque día 2.....	79
Ilustración 11: Masa madre de pulque y miel día 3.....	80
Ilustración 12: Masa madre de pulque día 3.....	80
Ilustración 13: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 3.....	80
Ilustración 14: Crecimiento de masa madre de pulque día 3.....	80
Ilustración 15: Cantidad de harina utilizada en la elaboración del pan.....	81
Ilustración 16: Cantidad de agua utilizada en la elaboración del pa.....	81
Ilustración 17: Masa madre de pulque y miel.....	81
Ilustración 18: Masa madre de pulque.....	81
Ilustración 19: Primer reposo de la masa hecha con prefermento de pulque y miel.....	82
Ilustración 20: Primer reposo de la masa hecha con prefermento de pulque.....	82
Ilustración 21: Masa hecha con prefermento de pulque y miel antes del segundo reposo...	82
Ilustración 22: Masa hecha con prefermento de pulque antes del segundo reposo.....	82
Ilustración 23: Masa para pan hogaza después de la segunda fermentación.....	83
Ilustración 24: Masa para pan hogaza antes de entrar al horno.....	83
Ilustración 25: Horneado del pan.....	83
Ilustración 26: Pan hogaza de masa madre de pulque (Izquierda) y pan hogaza de masa madre de pulque y miel (derecha) vista superior.....	83
Ilustración 27: Pan hogaza de masa madre de pulque (derecha) y pan hogaza de masa madre de pulque y miel (izquierda) vista frontal.....	84
Ilustración 28: Aplicación de las pruebas sensoriales 1.....	84
Ilustración 29 Ficha de preferencia.....	84
Ilustración 30 Ficha de escala hedónica.....	84
Ilustración 31: Aplicación de las pruebas sensoriales 2.....	85
Ilustración 32: Aplicación de las pruebas sensoriales 3.....	85
Ilustración 33: Aplicación de las pruebas sensoriales 4.....	85
Ilustración 34: Aplicación de las pruebas sensoriales 5.....	85
Ilustración 35: Aplicación de las pruebas sensoriales 6.....	85
Ilustración 36: Aplicación de las pruebas sensoriales 7.....	85
Ilustración 37: Aplicación de las pruebas sensoriales 8.....	86
Ilustración 38: Aplicación de las pruebas sensoriales 9.....	86
Ilustración 39: Medición de pH de hogaza con pulque.....	86
Ilustración 40: Medición de pH de hogaza con pulque.....	86
Ilustración 41: Medición de pH de hogaza con pulque y miel.....	87

Ilustración 42: Medición de pH de hogaza con pulque y miel 2.....	87
Ilustración 43: Medición de pH de hogaza natural.....	87
Ilustración 44: Medición de pH de hogaza natural 2.....	87
Ilustración 45: Medición de pH de prefermento de pulque y miel.....	88
Ilustración 46: Medición de pH de prefermento de pulque.....	88
Ilustración 47: Medición de pH de prefermento natural.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pasos para la elaboración del pan.....	17
Tabla 2: Variedades de maguey utilizadas y su rendimiento en la elaboración del pulque...	27
Tabla 3: Cantidad de nutrientes en el pulque.....	28
Tabla 4: Elaboración de una masa madre líquida.....	33
Tabla 5: Elaboración de una masa madre sólida.....	34
Tabla 6: Cambios en el pulque en el proceso de fermentación con respecto al tiempo.....	37
Tabla 7: Relación entre los 5 sentidos y los atributos sensoriales.....	37
Tabla 8: Resultados estadísticos de la prueba hedónica verbal.....	64
Tabla 9: Niveles de pH.....	65
Tabla 10: Aporte nutrimental de la hogaza elaborada con masa madre de pulque.....	66
Tabla 11: Aporte nutrimental de la hogaza elaborada con masa madre de pulque y miel.....	66

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Edades de los participantes.....	48
Gráfica 2: Porcentaje de participación entre hombres y mujeres.....	49
Gráfica 3: ¿Ha probado el pulque?.....	50
Gráfica 4: ¿Qué le parece el sabor del pulque?.....	51
Gráfica 5: ¿Ha probado algún alimento a base de pulque?.....	53
Gráfica 6: ¿Sabe que es la masa madre?.....	54
Gráfica 7: ¿Ha probado el pan tipo hogaza elaborado con masa madre?.....	56
Gráfica 8: ¿Con qué frecuencia consume pan a la semana?.....	56
Gráfica 9: ¿Cual es la cualidad que más le gusta en un pan?.....	58
Gráfica 10: ¿Conoce los beneficios de la masa madre?.....	59
Gráfica 11: Prueba de preferencia.....	60
Gráfica 12: Prueba hedónica de nivel de agrado de sabor de escala verbal.....	61
Gráfica 13: Prueba hedónica de nivel de agrado de aroma de escala verbal.....	62
Gráfica 14: Prueba hedónica de nivel de agrado de textura de escala verbal.....	63

GLOSARIO

1. Adhesividad: Es la fuerza que se requiere para remover un alimento pegado al paladar (Asencios, 2021).
2. Agave: Nombre con el que se le nombra a un género específico de plantas de origen mexicano con hojas arrosetadas, fibrosas, con una terminación en púa y espinas a los bordes. Se conocen alrededor de 200 especies, de las cuales más de la mitad solo se encuentran en el territorio mexicano (Larousse, 2021).
3. Alcohol: Producto obtenido de la fermentación, por causa de las levaduras. El alcohol etílico es el único que es apto para consumo (Larousse, 2021).
4. Aroma: Sensación de olor placentero que se percibe por vía nasal o retronasal (Asencios, 2021).
5. Centeno: Cereal de la familia de las poáceas, apareció en Europa durante la edad de hierro y fue muy popular en la región nórdica; es menos rico en proteína que otros cereales, pero es rico en fósforo, azufre y hierro. La harina de centeno tiene un alto contenido de almidón, pero poco gluten (Larousse, 2021).
6. Gluten: Está compuesto principalmente por dos proteínas, la gliadina que aporta elasticidad y la glutenina que aporta esponjosidad, estas se activan cuando la harina se humedece y amasa. En general, el gluten hace que la masa tenga elasticidad y pueda retener aire, lo que provoca que el pan tenga una textura esponjosa (Cruz et al., 2025).
7. Grados Brix: Brix es la medida utilizada en la industria para medir el contenido de sólidos solubles en una solución acuosa, esta medida se representa en porcentaje (Vega Manzo et al. 2023).
8. Granulosidad: Percepción del tamaño y forma de las partículas en un producto (Asencios, 2021).
9. Harina: Resultado de la molienda de cereales, vegetales harinosos o leguminosas. La harina se puede usar en la panadería, pastelería o dentro de la cocina; en Europa es donde se puede encontrar harina de varios tipos y calidades (Larousse, 2021).
10. Harina blanqueada: Harina que pasa por un proceso de blanqueamiento y oxidación por medio de peróxido de benzoilo o también se usa gas cloro

siendo este último usado en harina para repostería; al perder su color también afecta el aroma, sabor y color de la miga (Hamelman, 2013).

11. Levadura: Hongo microscópico unicelular que se usa en el proceso de fermentación. En el caso de la elaboración del pan, la levadura se alimenta de los azúcares presentes en la harina y los transforma en gas y alcohol, lo que da como resultado el aumento del volumen del pan y la formación de alveolos (Larousse, 2021).
12. Masa madre: Mezcla de harina, agua y opcionalmente se le agrega sal, sometida a una fermentación natural (Kayser, 2023).
13. Pan: Alimento elaborado de una masa o pasta que fue horneada y en algunos casos, amasada y fermentada. Los ingredientes básicos en la elaboración de un pan son harina y agua; estos elementos pueden ser complementados con levadura y sal (Larousse, 2021).
14. Pan Hogaza: Pan redondo que puede pesar de 0.500 Kg a 3.000 Kg, elaborado tradicionalmente con masa madre y es característica su corteza crujiente y miga suave (Larousse, 2021).
15. Prebióticos: Sustrato utilizado por microorganismos para fomentar su crecimiento dentro del organismo del huésped. Se pueden encontrar en alimentos como espárragos, puerro, ajo, tomate, centeno o cebolla (Merino Sanz, 2022)
16. Prefermento: Mezclas de harina y agua en varias proporciones para conseguir distintos efectos sobre un pan; la biga proporciona acidez, la esponja aporta volumen, el poolish aporta un gusto suave a lácteos por su concentración de ácido láctico (Yarza, 2023).
17. Pulque: Bebida obtenida de la fermentación del aguamiel producida por el maguey pulquero, maguey aguamielero, maguey cimarrón, entre otros; el pulque contiene 7° a 15° de alcohol (Muñoz, 2012).
18. Refresco: alimentación de una masa madre con harina y agua dentro de un determinado periodo de tiempo (Hamelman, 2013).
19. Trigo: Cereal perteneciente a la familia de las poáceas, que se usa principalmente para producir harina y sémola (Larousse, 2021).

RESUMEN

El pulque es una bebida alcohólica fermentada hecha con aguamiel, que es la savia extraída del corazón de la planta por medio de un proceso llamado “raspado”. Este método de extracción se hace 2 veces al día, una vez en la mañana y otra por la tarde; el rendimiento de savia de la planta dependerá de la especie y región donde se cultive.

Para este trabajo se utilizó pulque elaborado en la comunidad de Lagunilla, en el municipio de San Salvador, en el estado de Hidalgo; se elaboraron 2 masas madre. A una de ellas se le agregó 3 g de miel de abeja y 3 g de pulque, mientras que a otra se le añadieron 6 ml de este último para analizar los cambios en la estructura del pan.

El pan elaborado fue tipo hogaza, hecho con harina, agua, masa madre y sal, con una primera fermentación de hora y media a temperatura ambiente (entre 20 y 24 °C) y una segunda por la misma cantidad de tiempo; posteriormente se horneó a 210 °C por 40 minutos.

Con el objetivo de saber si las masas madre elaboradas en esta investigación aportan diferencias en el pan, se diseñó una prueba sensorial de preferencia y una prueba de escala hedónica. En esta prueba participaron un total de 60 jueces no entrenados que respondieron de acuerdo a su nivel de preferencia al sabor, aroma y textura de los panes elaborados.

De acuerdo a la interpretación estadística de los resultados y al análisis de pH, se obtuvo que no existe una diferencia significativa en la percepción sensorial de los panes.

ABSTRACT

Pulque is a fermented alcoholic beverage made with aguamiel, the sap extracted from the heart of the agave plant through a process called "scraping." This extraction method is performed twice a day, once in the morning and once in the afternoon; the sap yield depends on the species and region where it is cultivated.

For this study, pulque produced in the community of Lagunilla, in the municipality of San Salvador, Hidalgo, was used. Two sourdough starters were prepared. To one, 3 g of honey and 3 g of pulque were added, while to the other, 6 ml of pulque were added to analyze the changes in the bread's structure.

The bread produced was a loaf, made with flour, water, sourdough starter, and salt. It underwent an initial fermentation of one and a half hours at room temperature (between 20 and 24 °C) and a second fermentation for the same amount of time. It was then baked at 210 °C for 40 minutes. To determine if the sourdough starters developed in this research contribute to differences in bread quality, a sensory preference test and a hedonic scale test were designed. A total of 60 untrained judges participated in the test, responding according to their level of preference for the flavor, aroma, and texture of the breads produced. According to the statistical interpretation of the results and the pH analysis, no significant difference was found in the sensory perception of the breads.

1. INTRODUCCIÓN

El pulque es una bebida de origen mexicano que se ha consumido desde la época prehispánica. Se produce por la fermentación del aguamiel, que es extraído de la planta del maguey, este último considerado por los antiguos pobladores como la planta de las maravillas por sus variados usos dentro de la cultura de los pueblos indígenas (Calderón et al., 2024).

El pulque ha sufrido muchos cambios en su forma de ser visto por la sociedad a lo largo de los años; pasó de ser una bebida ceremonial a una bebida de gente “borracha” y últimamente a ser un símbolo de la identidad de los mexicanos. Se vio opacada por la llegada de la cerveza y una publicidad agresiva que afectó la forma en que era visto (Velásquez et al, 2021).

Si bien hoy en día es una bebida que sigue siendo consumida, y hasta en algunos estados del país se ha mezclado con la religión católica vinculándola con la veneración religiosa (Alemán, 2022); su producción se ha visto reducida por varios factores. Pero entre ellos está que su consumo ya no es tan popular entre las nuevas generaciones. Producto de esta situación nace la iniciativa de buscar más usos para el pulque.

El pulque, además de todo lo que ya se ha mencionado, es una bebida fermentada que no ha pasado por destilación, lo que significa que contiene probióticos beneficiosos para el ser humano, además de aportar hierro, fósforo, tiamina, riboflavina, calcio y niacina (Matías et al., 2019).

El pan llega de la mano de la agricultura aproximadamente hace unos 9,000 años, siendo en sus inicios algo más parecido a una tortilla, plano y con un sabor simple, pero que con el paso del tiempo y la mezcla de las culturas del Mediterráneo se le fueron agregando más ingredientes y técnicas en torno a su producción y consumo (Martinez, 2025).

Una de las principales formas en las que el pan fue fermentado por muchos años fue con ayuda de la masa madre, que es la mezcla de harina y agua en su forma base y a la que se le pueden agregar otros elementos como miel, agua de pasas, agua de cáscara de manzana, entre otros ingredientes. (Romero et al., 2025).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El pan

2.1.1 Historia del pan.

Generalmente, el origen del pan se data de hace 6,000 o 9,000 años, caminando de la mano con el nacimiento de la agricultura, pero en nuevas investigaciones se cree que el pan puede ser aún más antiguo, aproximadamente 14,400 años. Es un alimento tan común que se ha normalizado alrededor del mundo y que se considera hasta algo sencillo y poco complejo. Pero la realidad es que en un pan hay mucho más que solo harina y agua. Hay conocimiento acumulado de varias culturas, desde el conocimiento y selección de las semillas, el control de las técnicas de cocción o la manipulación de las masas. Entonces, para la elaboración de un "simple" pan, se debe tener una serie de conocimientos que han sido recolectados por la humanidad a lo largo de su historia (Martinez, 2025).

Por mucho tiempo, el pan existiría sin la fermentación, plano y con un sabor simple, pero con la llegada de los egipcios hace unos 4,000 años, esto cambió. Posteriormente a causa de la influencia de esta cultura y de la presencia del mar Mediterráneo como intermediario, las demás civilizaciones comenzaron a hacer sus propias mejoras, como en el caso de los griegos, que aprendieron la molienda y mejoraron la técnica, además de dotar al pan de simbolismos sociales y que, con la llegada del cristianismo, el papel simbólico del pan aumentó (Martinez, 2025).

Para el cristianismo, el pan tiene dos significados: por un lado, el de un alimento necesario para saciar una necesidad básica del ser humano, pero, por otra parte, está el significado religioso que ve al pan como un símbolo de salvación y aceptación de Dios en la vida (Martinez, 2025).

Los romanos, por otro lado, conocieron el pan relativamente tarde, aun teniendo contacto con la civilización egipcia; una vez que los romanos conocieron y aprendieron el arte del pan, fueron ellos los que mejoraron a su propio modo dicho alimento, pues fueron los que comenzaron a agregar semillas o miel para darle otro

gusto al pan, tanto así que en Roma se le reconoce como la primera sociedad en integrar el oficio de panadero a su sociedad (Martinez, 2025).

2.1.2 Pan de masa madre

Hace aproximadamente 3,000 años A.C, los egipcios utilizaban una porción de masa del día anterior para usarla en la siguiente producción para mejorar la calidad y fermentación del pan del día. Posteriormente en los años siguientes, no hay mucha información sobre el uso de esta técnica, aunque observando los panes del norte de África actualmente, parece indicar que esta práctica se perdió en algún punto de la historia (Antoja, 2015).

Los Romanos, 150 años A.C, recuperaron esta práctica e incluso estudiosos de costumbres hebreas creen que el pan de la última cena en la tradición católica fue con un pan fermentado (Antoja, 2015).

En los siglos I al VI, la masa madre fue empleada en el norte de Europa para la elaboración de pan de centeno y en el siglo V al XVI se usó para la elaboración de cerveza; pero en el siglo XIX, la levadura industrial se comienza a popularizar y durante ese siglo y el siguiente se empezó a usar cada vez más y la masa madre se dejó poco a poco de usar (Antoja, 2015).

No fue sino hasta el siglo XX e inicios del XXI cuando los panaderos, ya rodeados de la producción industrial y la necesidad de producir pan con mejor sabor y revalorizar el consumo de pan, principalmente en los países del mediterraneo, empezaron a retomar el uso de la masa madre en sus elaboraciones (Antoja, 2015).

La masa madre principalmente está compuesta por cereales, líquidos y microorganismos como lactobacillus y levaduras, por lo que la actividad metabólica de la misma se ve determinada por la interacción de los elementos anteriores con las condiciones ambientales (Antoja, 2015).

Las ventajas del empleo de masas madre se ven reflejadas en la obtención de panes con mejor textura, mayor volumen, elaboración de productos con mejores niveles de fibra y finalmente los panes elaborados con masa madre reducen o hasta eliminan el uso de aditivos o conservantes porque la masa madre tiene efectos antibacterianos y antifúngicos (Antoja, 2015).

2.1.3 Pan de hogaza.

Originario de Auvernia (región francesa), es un pan con corteza dura y rústico, con venas profundas que se abren en la corteza, de miga oscura, densa y húmeda, con un sabor ácido y a la vez dulce, con un aroma característico a fermentación. Este tipo de pan puede conservarse varios días, se corta en rebanadas finas y sirve de acompañamiento para otros platos como proteínas o quesos (Lanio et al, 2019).

2.1.4 Pasos para la elaboración del pan

El pan puede ser amasado a mano o con batidora, el tiempo de amasado depende del tipo de harina que se use y la cantidad de agua, una masa muy hidratada será más difícil de trabajar pero producirá un pan con más alvéolos (Kayser, 2023).

En la primera fermentación, la masa reposa y se extiende, aumentando su volumen gracias al gas carbónico que trata de escapar pero que es retenido por la red de gluten; esta primera fermentación dura entre 1 a 3 horas y el tiempo dependerá de la temperatura ambiente. No darle el tiempo adecuado afecta directamente en el desarrollo gustativo (Kayser, 2023).

Después de la primera fermentación, la masa se divide y se pesa de acuerdo a las especificaciones de cada preparación y se comienza con el formado; en esta etapa hay que trabajar la masa lo menos posible y rápido para conservar los gases producto de la etapa anterior, la forma que se le dé determinará la apariencia final del producto (Kayser, 2023).

En la segunda fermentación las piezas de pan nuevamente se dejan reposar para que aumenten de volumen y obtener una miga alveolada (Kayser, 2023).

Tabla 1

Pasos para la elaboración del pan

Paso	Instrucciones
Amasado	• Agregar todos los ingredientes de la receta, a excepción del agua, en un recipiente. • Empezar a añadir el agua poco a poco hasta integrar completamente. • Cuando se ha integrado el agua a la masa, vaciar la misma en una mesa. • Ya en una mesa, golpear la masa sobre la mesa, estirar y doblar sobre ella misma para oxigenarla. • Repetir estos movimientos hasta que la masa se despegue y se desgarre; cuando esto pase, dejar reposar durante 10 minutos. Repetir este paso 5 o 6 veces.

Primera fermentación	• Una vez la masa esté amasada, se debe dejar reposar en un recipiente cóncavo con suficiente espacio para su crecimiento. • Tapar con un paño húmedo para evitar la aparición de una corteza. • En invierno se recomienda dejar la masa en la zona más cálida de la cocina, mientras que en verano incluso se puede dejar en refrigeración. • Este proceso concluye cuando la masa ha doblado su tamaño o el tiempo que la receta indique.
Porcionado	• Sacar la masa del recipiente en donde estuvo reposando con ayuda de una raspa. • Evitar sacar la masa directamente con las manos, pues esto podría provocar que la masa se desgarre. • Cortar y pesar cada porción de la masa y colocar separadas las piezas en un paño húmedo.
Formado	• En esta etapa, el formado de la pieza dependerá del pan que se desee hacer.

Fermentación final	• Sobre un paño de algodón o lino espolvoreado con harina se deberán colocar los panes. • Tapar las piezas con un paño húmedo y dejar en un lugar cálido para que fermente. • En esta etapa se comienza a precalentar el horno; si no tiene función de vapor, se puede poner un recipiente con trapos y agua con el fin de generar vapor. • Meter la piedra para hornear dentro del horno para precalentar.
Cocción	• Colocar el pan dentro del horno y rociar agua con un pulverizador sobre las paredes. • La temperatura y el tiempo de cocción dependerán de cada tipo de pan.

Nota, en esta tabla se detallan los pasos a seguir para la elaboración de un pan (Barriga, 2018).

2.1.5 La miel

La miel de abeja es producida por diferentes especies del género *apis*, de las cuales la más abundante es *apis mellifera*, su producción se da en varias partes del mundo, de manera artesanal en comunidades rurales, pero también, de manera tecnificada en apiarios con condiciones controladas (Campo & Hincapié, 2023).

La composición de la miel, depende de la composición del néctar y de las condiciones ambientales como el suelo, el clima y el manejo apícola. Los hidratos de carbono presentes en la miel son: fructosa (35-40 g/100 g), glucosa (30-35 g/100g). sacarosa (5-10 g/100 g) y maltosa (7.3g/100g). El valor energético de la miel es de 294 a 320 Kcal/100g, y está dado por la glucosa y la fructosa (García et al., 2022,).

La acidez de la miel es de 3.5 a 4.5 de pH, lo que la caracteriza como ácida. El contenido de ácidos en la miel está dado por la presencia de ácido glucónico, que contribuye a su sabor. Este se forma por la oxidación enzimática de la glucosa. Otros ácidos presentes en la miel son: fórmico, succínico, acético, málico, cítrico, oxálico. tartárico, piroglutámico y pirúvico (García et al., 2022,).

El contenido de proteínas presentes es bajo, en mieles monoflorales se han obtenido valores de 0.85g/100g, mientras que el aporte de minerales es de 1g/100g, siendo el potasio la tercera parte de este contenido, seguido de sodio, calcio y magnesio (García et al., 2022,).

2.2 El pulque.

2.2.1 Historia.

El pulque se obtiene de la fermentación del aguamiel procedente de la planta del maguey; el pulque tiene una apariencia viscosa con un sabor ácido y un olor particular que se podría considerar como "agrio". En México, su consumo se registra desde la época prehispánica, en donde la mezcla de religión con el conocimiento prematuro de esta bebida dio como lugar todo un ritual en torno a esta bebida (Calderón et al, 2024).

2.2.1.1 El pulque en la época prehispánica.

Una de las tantas historias míticas en torno al pulque y tal vez la más famosa es la historia de Mayahuel; la diosa se encontraba atrapada en los cielos por órdenes de su abuela la deidad Tzitzimítl que era uno de los demonios celestiales de la oscuridad, pero Quetzalcoatl convertido en viento le dijo a Mayahuel que los hombres necesitaban una planta sagrada a su resguardo, al oír la petición del dios supremo aceptó ir con Quetzalcoatl a la tierra para ofrecerle al hombre la ansiada planta que necesitaba, pero durante el viaje las dos entidades se enamoraron y juraron amarse por toda la eternidad pero poco antes de llegar a la tierra fueron emboscados por los demonios de la diosa Tzitzimítl que presa de la rabia despedazo a Mayahuel en varios pedazos. Quetzalcoatl, devastado por lo que había ocurrido, juntó todos los pedazos de su amada y los sepultó. Al poco tiempo, renació Mayahuel convertida en maguey "el árbol de las maravillas" (Mogollan, 2021).

El pulque es una de las bebidas alcohólicas más antiguas del mundo. Los aztecas los llamaban en náhuatl *metoctli* (*octli* - vino) (vino de agave), *iztacoctli* (vino blanco) o *plihquioctli* (vino podrido) y tenía una importancia tanto social como religiosa dentro de las costumbres indígenas, pero tras la caída del imperio Azteca y la llegada de los conquistadores españoles, el pulque perdió ese protagonismo en el ámbito religioso. Aunque aún en el virreinato la producción y la comercialización del pulque se mantuvieron, no fue hasta la época de la revolución cuando decayó su producción por la inestabilidad que se vivía, además de la llegada de la industria cervecera (Calderón et al., 2024).

2.2.1.2 La colonia y los intereses comerciales.

Cuando llegaron los españoles a tierras mesoamericanas, el pulque ya era parte de la vida de los indígenas, pero para los conquistadores esta bebida era un provocador de embriaguez que a su vez era la causa de malos comportamientos en los indígenas (García, 2022).

Desde el inicio, los españoles quisieron evitar estos nocivos efectos en su nueva sociedad. En agosto de 1529 se expidió una cédula real a la Audiencia de México y al obispado novohispano para informar sobre "unas raíces" que los indios echan a una bebida llamada *bulcre*. En este documento se hablaba de cómo los indios usaban esta bebida para sus ceremonias o fiestas, causando malestares o embriaguez, y que posteriormente le siguen crímenes y vicios. Se le instaba a la autoridad de la Nueva España a impedir la siembra de dichas plantas para su uso en la elaboración de pulque bajo la amenaza de graves consecuencias más allá de multas (García, 2022).

El concepto como tal de una pulquería como la entendemos hoy en día es una invención virreinal, pues fue el segundo virrey de la Nueva España Don Luis de Velasco, que gobernó de 1550 a 1564, quien permitió "expedios" distribuidos en varias partes de la capital con la exigencia de que fuera pulque "Puro" (Mogollan, 2021).

Bajo el mando del virrey Don Martín Enriquez de Almansa, en el año 1575 se dio la orden de prohibir la venta de pulque en los pueblos de los indios e incluso que hubiera tabernas de vino (García, 2022). Años después, el virrey Marqués de Villamanrique, en julio de 1587, informó sobre los abusos que se cometieron en torno al consumo del pulque por parte de los indios, nuevamente prohibiendo su venta, pues era usado en ceremonias donde hacían sacrificios, idolatrías, incestos y muchos más delitos por causa de los efectos del alcohol (García, 2022). Lo real es que esta prohibición quedó simplemente en eso, una simple prohibición porque la orden expresada por las autoridades había sido ignorada al punto en que, por ejemplo, en Cholula, lugar en donde no había más de 100 españoles, se tenía registro de más de 60 tabernas, lo que claramente era una burla hacia las autoridades novohispanas (García, 2022).

La importancia económica que tenía el pulque en la estructura de la Nueva España era tal que, a pesar de todos los males que se le atribuían, no se podía negar que la derrama económica que la producción y comercialización de este producto generaba una entrada considerable de dinero para las arcas del virreinato. Los intereses económicos por el pulque eran tales que en los informes de parte del virrey al monarca en Madrid se podía presumir el buen hacer de unos remates en el impuesto del pulque en varias zonas del virreinato, pues para 1669 el impuesto se había rematado a 66,000 pesos anuales para la ciudad de México y un contorno de aproximadamente 5 leguas (García, 2022).

Personajes importantes de la época estuvieron involucrados en este negocio, personajes como el juez de la Santa Cruzada y de la Real Hacienda Juan de Quiros, quien en 1622 era alguacil del pulque (García, 2022). A finales del siglo XVII, la industria del pulque ya era un gran negocio en crecimiento. Otro personaje importante fue el doctor Juan de Narvaez, quien era Rector de la Universidad de México, quien por herencia sería el nuevo encargado del impuesto a la industria del pulque, y ya en 1688 se le cedía este cargo a Juan de Larrea, quien era tesorero de la Caja Real de Minas de Pachuca (García, 2022).

A finales del Virreinato, las pulquerías se hallaban en callejones o zonas no muy "agradables" alrededor de la ciudad, al punto en el que la ley dictaba que tenían que ser espacios abiertos con un techo de palmas sin ninguna pared; solo se permitía una colindancia con una bodega, esto con la finalidad de poder tener vigilado el espacio en todo momento, pero la realidad es que de las 45 pulquerías autorizadas en 1784, solamente 7 cumplían con lo estipulado en la ley, pues tenían tres de sus cuatro lados al descubierto, 11 solo por uno y 18 estaban totalmente cerradas, lo que evidentemente incumplía con la ley de ese momento (Mogollan, 2021).

2.2.2 El pulque en la época moderna.

2.2.2.1 El desprestigio del pulque

El beneficio económico que tuvo la comercialización y producción del pulque durante la época del porfiriato hizo que las haciendas pulqueras tuvieran su mejor momento. En estos lugares existía un espacio llamado tinacal, que era la zona en donde los tlachiqueros entregaban el aguamiel "raspado" de la jornada para después ser fermentado, almacenado y distribuido. Era tan considerable la entrada de dinero que nació una "aristocracia pulquera", pues con la llegada del ferrocarril y la modernización de las nuevas vías de comunicación, era más rápido que se distribuyera la bebida desde las haciendas hasta las grandes ciudades donde era consumida (Velásquez et al, 2021).

Al pasar la Revolución Mexicana, la industria del pulque se vino abajo porque la producción de maguey fue afectada por los conflictos bélicos que había por varias partes del territorio nacional, además de las nuevas leyes agrarias que estaban siendo promovidas por el movimiento revolucionario, en donde estaba el interés por la repartición de tierras a todos los campesinos e indígenas. A esto se le añadió una campaña de desprestigio producto del interés económico por la llegada de la cerveza al mercado nacional. La cerveza a diferencia del pulque, era más fácil de manejar, más fácil de esterilizar, embotellar, transportar y almacenar. Esta campaña de desprestigio duró hasta el siglo XX, en donde la desinformación mezclada con cierto racismo la relacionaba con un sector de la población de escasos recursos, una bebida inmunda que solo tomaban albañiles y campesinos (Velásquez et al, 2021).

2.2.2.2 Los consumidores de pulque

En esta nueva era donde la tecnología y la globalización van a un paso acelerado, los significados que se han presentado al mundo van cambiando día a día, producto del mercado del consumo, y las tendencias se implantan en la sociedad desplazando tradiciones y costumbres (Martínez, 2024).

Actualmente en los lugares donde se comercializa el pulque se pueden identificar dos tipos de consumidores, los tradicionales y los nuevos consumidores, que para ser atraídos principalmente en las pulquerías del centro histórico de la Ciudad de México han adaptado su producto y su concepto para volverse más innovador y

atractivo para estos nuevos consumidores y el principal ejemplo de esto son los curados, que es pulque natural con alguna fruta y endulzado (Martínez, 2024).

2.2.3 Los Agaves pulqueros

2.2.3.1 Descripción

La palabra maguey viene del taíno, una lengua de las Antillas; este término fue adoptado por los españoles que llegaron a América y optaron por usar esta palabra para designar a toda una variedad de plantas del mismo género. Este término se utiliza en México y Guatemala para nombrar a cerca de 200 especies de plantas que también recibieron el nombre de agave; este nombre científico fue dado por el botánico Charles Innaeus en 1753. Agave viene del griego *agavos*, que significa admirable (Ortíz et al, 2025).

2.2.3.2 La domesticación del maguey

La domesticación es un proceso que se da por la necesidad del ser humano por modificar las características y cualidades de una especie silvestre, esto con el objetivo de que cumpla con las necesidades específicas del entorno, tales como un mejor fruto, mayor tamaño, mejor sabor, resistencia a enfermedades o plagas, etc (Aragón, 2024).

Tal es el caso del maguey, el llamado árbol de las maravillas que se volvió pieza clave en el desarrollo de las culturas prehispánicas por su alto aprovechamiento y rendimiento en todos sus usos posibles. Por ejemplo, se han encontrado en las cuevas de Guilá Naquitz en Oaxaca fibras de maguey de más de 9 mil años (Aragón, 2024).

2.2.3.3 Los agaves a nivel nacional y sus usos

Por su capacidad de adaptación en climas áridos, el maguey se considerada un recurso importante, con variedades que pueden llegar a sobrepasar los 3 metros de altura y, al ser una planta que no requiere mucha agua o fertilizantes, también es fácil de cultivar en suelos poco fértiles; principalmente, el cultivo de esta planta se da en el estado de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, San Luis Potosí, Zacatecas Y el Estado de México, aunque también se puede encontrar en Sudamérica y Sudáfrica (Higuera et al, 2025).

El maguey es una planta que ha sido utilizada desde la época prehispánica por su gran versatilidad para múltiples usos y fue tan importante que se le relacionó con la deidad Mayahuel, los usos que se le pueden dar a la planta son: en el ámbito alimenticio usando sus flores, tallo o la sabia para elaborar diversos platillos, las hojas se usan en la elaboración de barbacoa o ximbo, la cutícula se usa para elaborar mixiotes, las fibras llamadas *ixtle* se usan para la elaboración de prendas, ayates, estropajos o cuerdas, además el tallo también llamado quiote en conjunto con pencas secas se puede usar para la construcción (Higuera et al, 2025).

2.2.3.4 Cultivo del maguey en México

En la actualidad, el cultivo del maguey ha pasado por muchas épocas con altas y bajas. Durante las décadas de 1950 y 1960, la industria pulquera tuvo cierto auge que se tradujo en una superficie de 47,656 hectáreas de cultivo que aproximadamente eran 25,104,000 plantas. En la década de los setentas se alcanzó una superficie de 54,817 hectáreas con 27,567,212 plantas (Roldan et al, 2024). Esta década es considerada la de mayor beneficio económico, pero también es tomada como el inicio de la caída del negocio pulquero. Para la década de los ochenta apenas existían 10,000,000 millones de plantas a nivel nacional, lo que, a comparación de las décadas pasadas, era una mínima parte de la producción. En 2020 se reportaron apenas 648 hectáreas sembradas con aproximadamente 37,397 plantas, lo que refleja una producción baja. Esta caída en la siembra del maguey se debe a la baja demanda del principal producto obtenido del maguey, el pulque, que ha sido poco a poco desplazado por otras bebidas alcohólicas (Roldan et al, 2024).

2.2.3.5 Variedades de agave usadas en la elaboración del pulque.

Dentro de la familia de los agaves que se utilizan para la elaboración del pulque, se pueden destacar al menos 10 especies que destacan entre los demás, en donde *A. salmiana var salmiana*, *A. mapisaga* y *A. hookeri jacobi* son los más estudiados y domesticados (Álvarez et al., 2020).

Los principales criterios para su domesticación fueron el tamaño de la planta, que aporta mayor rendimiento de la savia, la reducción de mecanismos de defensa con variedades con menos espinas que son más manejables y la calidad de la savia que, según los productores locales, la savia de buena calidad da como resultado un

pulque más dulce que conserva su sabor por más tiempo. En la tabla 1 (Variedades de maguey utilizadas y su rendimiento en la elaboración del pulque) se muestran las principales variedades de maguey que se usan en la elaboración del pulque (Álvarez et al., 2020).

Tabla 2

Variedades de maguey utilizadas y su rendimiento en la elaboración del pulque.

Variedad	Rendimiento
Chalqueño <i>A. salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Litros máximos al día: 10 Calidad de savia: Muy buena
Ayoteco <i>A. aff.salmiana</i> x <i>mapisaga</i>	Litros Máximos al día: 8 Calidad de savia: Buena
Manso <i>A. salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Litros máximos al día: 6 Calidad de savia: Buena
Mano larga <i>A. mapisaga</i>	Litros máximos al día: 5 Calidad de savia: Buena
Pua Larga <i>A. salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Litros máximos al día: 4 Calidad de savia: Buena
Corriente <i>A. salmiana</i> subsp. <i>crassispina</i>	Litros máximos al día: 2 Calidad de savia: regular
Penca ancha <i>A. aff. salmiana</i>	Litros máximos al día: 5 Calidad de savia: Buena
Espina china <i>A. aff. salmiana</i> var. <i>ferox</i>	Litros máximos al día: 2.5 Calidad de savia: Buena
Cenizo <i>A. aff. americana</i>	Litros máximos al día: 2 Calidad de savia: Regular
Pichomel <i>A. marmorata</i>	Litros máximos al día: 1.5 Calidad de savia: Muy buena

Nota, esta tabla muestra el rendimiento del pulque de acuerdo a cada tipo de maguey y la calidad de la savia obtenida de cada una de las mismas (Álvarez et al, 2020).

2.2.4 Nutrientes en el pulque y el aguamiel.

El pulque y el aguamiel resultan ser un buen complemento a la alimentación por su contenido de proteínas y minerales; además, si se complementa con hierro, zinc, selenio o alimentos como la avena, representaría una buena alternativa como tratamiento para la anemia. En la tabla 2 (Cantidad de nutrientes en el pulque) se muestran los nutrientes presentes en el pulque y el aguamiel (Matías et al, 2019).

Tabla 3

Cantidad de nutrientes en el pulque.

Nutrientes	Propiedades
Hidratos de carbono	El pulque contiene 4.76 g/l de azúcar, mientras que el aguamiel contiene 25 g/l, lo que hace que el aguamiel favorezca el crecimiento microbiano.
Aminoácidos y proteínas	El contenido de proteína disminuye cuanto mayor sea el tiempo de fermentación; el aguamiel contiene 3.7 g/l, mientras que un pulque con una fermentación de 48 horas baja a solo 1 g/l de proteína.
Vitaminas y minerales	Por cada 100 gramos de pulque hay una concentración de 4.60 mg de vitamina C y 0.29 mg de vitamina B2.

Nota, esta tabla muestra los nutrientes presentes en el pulque y el aguamiel clasificándolos en hidratos de carbono; aminoácidos y proteínas; vitaminas y minerales (Matías et al., 2019).

2.2.4.1 Probióticos en el pulque

El pulque tiene un alto contenido de fructooligosacáridos, que ayudan a la salud intestinal y favorecen el crecimiento de bacterias benéficas como *L. acidophilus*, *B. lactis*, *B. infantis*, *B. animals* y *B. adolescentis* (Vera et al, 2024).

Los probióticos son microorganismos que aportan un beneficio a quien los consume, pues restauran la composición de la microbiota intestinal y, por consecuencia, reducen los problemas gastrointestinales; en el aguamiel se puede reconocer la

presencia de bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides* y levaduras como *Zymomonas mobilis*, *Kluyveromyces marxianus* y *Saccharomyces cerevisiae*. También se ha demostrado que estos probióticos tienen una capacidad antimicrobiana, en donde se ha observado que tienen una efectividad del 60% contra *E. coli* y *S. aureus* y un 100% contra *H. pylori*. Este efecto se debe a la producción de catabólicos de azúcar, metabolismo de grasas y aminoácidos (Vera et al, 2024).

2.3 Fermentación

Término acuñado por Louis Pasteur en 1860, que significa “vida sin aire”; la fermentación es el crecimiento de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras de manera controlada al crear condiciones específicas para su crecimiento, como temperatura, pH, o nutrientes (Badui, 2012).

Los microorganismos usados en la fermentación de los alimentos pueden ser añadidos intencionalmente o provienen del mismo alimento como en el caso de los vinos o los quesos. Como fuente de energía, es necesario que tengan hidratos de carbono como la sacarosa, glucosa, fructosa, lactosa o maltosa, que pueden ser añadidos de forma controlada (Badui, 2012).

Las condiciones para la fermentación influyen en el desarrollo del proceso, por ejemplo, con poca disponibilidad de oxígeno las levaduras convierten los azúcares en etanol y poco CO₂, lo que es benéfico para bebidas alcohólicas; Pero, a mayor presencia de oxígeno, se produce menor cantidad de alcohol y mayor concentración de CO₂, que es importante para la elaboración de pan (Badui, 2012).

2.3.1 Fermentación láctica.

Esta fermentación se produce por la transformación de la lactosa, en ácido láctico a causa de lactobacilos, que pueden ser añadidos de forma controlada como en el caso de los quesos o la leche, o de forma indirecta como en el caso de la leche cuando se deja a temperatura ambiente por mucho tiempo generando acidez y olor desagradable, esto se debe al crecimiento incontrolable y variado de microflora en la leche.

La fermentación láctica se da por la presencia de dos bacterias: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Estos microorganismos se desarrollan en

leche pasteurizada en la cual se eliminó parte de los microorganismos nativos; este proceso es anaeróbico, en el que las bacterias metabolizan la lactosa en ácido láctico que disminuye el pH y coagula las proteínas como en el yogur o el queso. (Carrasquero et al, 2025).

2.3.2 Fermentación acética.

El proceso consta de dos etapas: primero, se fermentan los azúcares para producir etanol; segunda, el alcohol se oxida para convertirse en ácido acético por la acción de bacterias *Acetobacter aceti* o *A. pasteurianus*. El resultado de esto es un producto con una concentración del 11 al 13 % de ácido acético con un pH de 2.6. (Badui, 2012).

2.3.3 Fermentación alcohólica.

La fermentación alcohólica se produce por la acción de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual convierte los azúcares en alcohol, CO₂ y energía. Este tipo de fermentación es una de las más importantes y más aprovechadas a nivel industrial, además de que puede producirse en general a partir de cualquier azúcar fermentable bajo condiciones de temperatura y presencia de bacterias favorables (Lamas et al, 2023).

2.3.4 Pre fermentos para la elaboración del pan.

Un prefermento es una mezcla de harina, agua y, en algunos casos levadura; esto es, en esencia, una masa que, como su nombre indica, se pre-fermenta para ser agregada posteriormente a una masa final, esto con el propósito de mejorar su estructura, su sabor y aumentar su vida útil. Dependiendo del tipo de prefermento que se utilice, las características del pan resultante cambiarán (Barcelona Culinary Hub, 2025).

2.3.4.1 Poolish

De origen polaco, este tipo de pre fermento se hizo originalmente para la elaboración de pasteles, pero posteriormente se volvió común en la panadería. Este prefermento está elaborado con partes iguales de harina y agua, por lo que es una masa de 100% de hidratación (Quintero, 2022). Aparte de estos dos ingredientes, se le agrega un pequeño porcentaje de levadura; la cantidad utilizada dependerá del

tiempo que se planea dejar reposar el prefermento, pero generalmente se usa de 0.08 al 1% del peso total (Hamelman, 2013).

2.3.4.2 Biga

Este tipo de prefermento nace en Italia, en donde los panaderos buscaban aumentar la rigidez de sus masas. Al igual que el poolish, está hecha con harina, agua y levadura en una concentración del 0.08 al 1%, pero la principal diferencia es que tiene una hidratación del 50 al 60 %, lo que significa que es una masa más rígida (Quintero, 2022). Esta mezcla aporta sabor y aroma al pan, pero sobre todo aporta mayor fuerza a la masa, por lo que si se usa en exceso, puede hacer una masa más dura y, por consecuencia afectar su extensibilidad, y se tendría que ajustar la mezcla con agua (Quintero, 2022).

2.3.4.3 Esponja

La esponja, a diferencia de otros prefermentos, es utilizada como una alternativa rápida cuando no se ha hecho un prefermento con anticipación, pues solo se necesitan aproximadamente 45 minutos para elaborar una esponja activa (Quintero, 2022). La principal característica en su elaboración está en que contiene toda la levadura que necesitará una receta y, generalmente, todo el líquido de la misma. La esponja también es una alternativa para masas que necesiten leche como medio líquido, pues, al ser un pre fermento de rápida elaboración, es más seguro que hacer otro que lleve más tiempo a temperatura ambiente (Quintero, 2022).

2.3.4.4 Masa madre

En la antigüedad, los panaderos utilizaban la levadura sobrante de la elaboración de la cerveza; si bien para muchos era un recurso accesible, para otros era limitado o prohibido, por lo que poseer un prefermento propio se consideraba un lujo que todos los panaderos querían tener (Hamelman, 2013). Actualmente, se puede considerar que existen 2 tipos de masas madre: las líquidas (tabla 3 Elaboración de una masa madre líquida) con un porcentaje de hidratación del 100 al 125 % y las sólidas (tabla 4 Elaboración de una masa madre sólida) del 50 al 60 % (Hamelman, 2013).

Es importante siempre fermentar más masa madre de la que será necesaria, pues lo que sobre será guardado y posteriormente alimentado con el objetivo de mantener

una masa perpetua (Hamelman, 2013). Para saber que una masa madre líquida está madura, esta debe desprender un aroma ácido, un ligero sabor dulce y numerosas burbujas en la superficie; por otro lado, en las masas madre sólidas, se considera que está lista cuando se empieza a abombar y aplanarse del centro (Hamelman, 2013). En panes en los cuales la masa madre es el único fermento, es importante usar masa madre que esté en su máxima actividad de fermentación; de lo contrario, si se usara una masa joven o sobrefermentada daría como resultado un pan con poco volumen y un sabor muy ligero (Hamelman, 2013).

2.3.4.4.1 Consideraciones al elaborar una masa madre

- Existen dos fases principales en la elaboración de la masa madre: la primera es la elaboración del fermento, que dura de 6 a 10 días, y la segunda, que es mantenerla, que puede durar hasta años (Hamelman, 2013).
- En las primeras fases de la elaboración de una masa madre se le añaden uvas, agua de papa, cebolla rallada o miel, esto con el objetivo de aportar nutrientes al cultivo y dar un empuje al desarrollo de las levaduras, aunque si es una harina de calidad, puede que no sea necesario agregar complementos (Hamelman, 2013).
- No se recomienda usar harina blanqueada en una masa madre, pues el proceso de blanqueado provoca que se pierdan nutrientes que son esenciales para los microorganismos; de igual manera, no se recomienda una harina de fuerza porque contiene un mayor porcentaje de proteínas, que a su vez hace que el contenido de almidón sea menor. Por otro lado, se recomienda el uso de harina de centeno, al menos al inicio del cultivo, aunque posteriormente se use harina blanca, pues el centeno tiene muchos nutrientes y azúcares que ayudan a la fermentación (Hamelman, 2013).
- Para la elaboración de una masa madre, la presencia de ácido acético y ácido láctico son positivas porque aportan acidez y un sabor suave similar al yogurt, respectivamente (Hamelman, 2013).
- El uso de la sal en la masa madre es discutido por los panaderos, pero lo que es verdad es que la sal provoca un ligero retraso en la fermentación, lo que puede ser usado a favor, principalmente en épocas o zonas cálidas en donde se necesite controlar el crecimiento de microorganismos. La proporción de sal

es del 2 % con respecto a la cantidad de harina en la masa madre (Hamelman, 2013).

A continuación, se detallan 2 métodos para elaborar masa madre, un método líquido y uno sólido, es importante mencionar que en cada refresco se desechara una parte de la masa del día anterior, esto con la finalidad de mantener un volumen manejable de masa (Hamelman, 2013).

Tabla 4

Elaboración de una masa madre líquida.

Primer día	Ingredientes	• Harina integral de centeno 70 g • Miel 2 g • Agua 88 g
	Indicaciones	Tapar y dejar reposar a una temperatura de 24 a 27 °C durante 24 horas
Segundo día	Ingredientes	A partir de 80 g de la masa del primer día. • Harina integral de centeno 36 g • Harina blanca 36 g • Agua a 32 C° 90 g
	Indicaciones	Tapar y dejar reposar a una temperatura de 24 a 27 °C durante 24 horas. La harina blanca debe ser de 11 o 12 % de proteína.
Tercer, cuarto y quinto día	Ingredientes	A partir de 80 g de la masa del segundo día. • Harina blanca 72 g

		• agua 90 g
	Indicaciones	Tapar y dejar reposar a una temperatura de 24 a 27 °C durante 24 horas. Para el sexto día, el fermento ya debería tener la madurez necesaria para trabajar con él, aunque si se desea mayor sabor, se puede alimentar 2 o 3 días más.

Nota, en esta tabla se muestran los pasos a seguir para elaborar una masa madre líquida (Hamelman, 2013).

Tabla 5

Elaboración de una masa madre sólida.

Primer día	Ingredientes	• Harina integral de centeno 70 g • Harina blanca 70 g • Agua 90 g
	Indicaciones	Tapar y dejar reposar a una temperatura de 24 a 27 °C durante 24 horas. La harina blanca debe tener un contenido de proteína del 11 al 12 %.
Segundo, tercero, cuarto y quinto día	Ingredientes	• A partir de 75 g de la masa del día anterior. • Harina blanca 75 g • Agua 90 g

	Indicaciones	Tapar y dejar reposar a una temperatura de 24 a 27 °C durante 24 horas. Para el sexto día, el fermento ya debería tener la madurez necesaria para trabajar con él, aunque si se desea mayor sabor, se puede alimentar 2 o 3 días más.
--	--------------	---

Nota, en esta tabla se muestran los pasos a seguir para elaborar una masa madre solida (Hamelman, 2013).

2.3.5 Fermentación del pulque

En la parte final del proceso de producción del pulque, se mezcla la semilla (pulque reservado de la elaboración anterior) con el aguamiel y comienza el proceso de fermentación, que tarda de 24 a 48 horas. El grado de fermentación generalmente depende de cada productor, pero suele llegar a tener del 4 al 6 % de concentración de alcohol y desarrolla viscosidad (Medina et al, 2023).

Cuando comienza el proceso de fermentación del aguamiel, se vuelve ácido por la formación de ácido láctico, dando como resultado pulque, un líquido blanco, viscoso, con aproximadamente 45 g/L de etanol y 3.4 de pH (Medina et al, 2023).

Para esta bebida alcohólica se llevan a cabo dos fermentaciones: la alcohólica por *Zymomonas mobilis*, levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* y fermentación láctica. (Medina et al, 2023.)

En recipientes limpios, libres de desinfectantes o agentes químicos, a una temperatura de 25 C°, se lleva a cabo la fermentación en un periodo de 0 a 48 horas. Con el paso del tiempo, se comienzan a presentar cambios como el aumento de etanol, formación de exopolisacáridos, cambios en los grados Brix que disminuyen a mayor fermentación (Medina et al., 2023). En la tabla 5 se muestran los cambios que hay en el pulque a medida que aumenta su tiempo de fermentación.

Tabla 6

Cambios en el pulque en el proceso de fermentación con respecto al tiempo.

Característica	0 horas	24 horas	48 horas	72 horas
Grados Brix	11.00	6.00	4.00	3.50
Grado alcohólico	1.23	2.85	5.34	6.30
Acidez total	0.85	1.35	2.50	2.35
Viscosidad	1.26	1.30	1.34	1.51

Nota: en esta tabla se muestran los cambios en el pulque durante la fermentación durante 3 días (Medina et al, 2023).

2.3.6 Fermentación del pan.

En el caso de la fermentación del pan, este proceso biológico ocurre cuando la levadura descompone los azúcares presentes en la harina, produciendo dióxido de carbono y etanol. El gas que se genera en el proceso queda atrapado en la masa por acción del gluten, que como consecuencia provoca que esta crezca en volumen y cambie la textura del producto final (Solís et al, 2025).

Para una buena fermentación es necesario contemplar ciertos aspectos que van a ser fundamentales para la obtención de un buen pan, tales como una temperatura óptima que esté dentro de un rango de los 23 a los 27 °C. Una temperatura alta puede acelerar la fermentación, mientras que una baja puede retardar el proceso; una hidratación insuficiente afectará la actividad enzimática y la textura; el contenido de proteína de la harina influirá en la capacidad de la masa para retener CO₂ y procurar los tiempos de fermentación, ya que si se sobre fermenta causará el colapso de la masa. (Solís et al, 2025).

Para mejores resultados en la fermentación, se pueden considerar ciertos factores que serán benéficos para el proceso, como el uso de prefermentos que pueden mejorar el sabor hasta en un 20 %, controlar la temperatura y la humedad para obtener una fermentación más uniforme, ajustar los tiempos de fermentación considerando el clima de la zona, usar harinas con un contenido de proteína alto para una red de gluten más estable y, por último, de ser posible, llevar a cabo una fermentación en frío, ya que en esta fermentación los sabores se desarrollan de mejor manera y la retención de gas mejora (Solís et al, 2025).

2.4 Análisis sensorial

2.4.1 Los sentidos

El ser humano posee 5 sentidos con los cuales se puede desenvolverse en su medio, los cuales son vista, olfato, gusto, tacto y oído; los cuales trabajan de forma conjunta, como se muestra en la tabla 7 (Relación entre los 5 sentidos y los atributos sensoriales).

Tabla 7

Relación entre los 5 sentidos y los atributos sensoriales.

Vista	Color
	Apariencia
	Rugosidad
Olfato	Olor
	Aroma
	Flavor
Gusto	Gusto
	Flavor
Tacto	Flavor
	Temperatura
	Peso
	Textura
	Rugosidad
Oído	Textura
	Rugosidad

Notas, en la siguiente tabla se muestra la relación de los sentidos con los atributos sensoriales presentes en los alimentos (Asencios, 2021).

2.4.1.1 Sabor

Los sabores son interpretados por el sentido del gusto; este posee la función de identificar diferentes sustancias químicas en los alimentos. Estos receptores se encuentran principalmente en la boca y, siendo más específicos, en la lengua; pero

también se pueden encontrar en el velo del paladar, en la mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y garganta (Asencios, 2021).

2.4.1.2 Olor

El olor que se percibe de los alimentos nace de las sustancias volátiles que se desprenden de ellos, pasan por las ventanas de la nariz hasta llegar a los receptores olfatorios; el ser humano tiene unos 1,000 receptores que a su vez pueden distinguir unos 10,000 olores distintos.

El sentido del olfato funciona con el sistema nasal que se encuentra al interior de la nariz y de la zona facial cercana, existen zonas cavernosas con mucosa pituitaria que reconocen los diversos olores y se transmiten a través del nervio olfativo hasta el cerebro (Asencios, 2021).

2.4.1.3 Tacto

El sentido del tacto se encuentra localizado en todo el cuerpo debajo de la piel por medio de terminaciones nerviosas, a excepción de las uñas, pelo y córnea. El sentido del tacto ayuda a percibir sensaciones como temperatura, peso o características de superficie. En la evaluación sensorial, la percepción se da en los dedos, la palma de la mano, la lengua, encías, la parte interna de las mejillas, garganta y paladar, lo que ayuda a detectar atributos de textura (Anzaldúa, 2019).

2.4.2 Pruebas sensoriales

Las pruebas afectivas son aquellas en las que un juez expresa su opinión indicando si le gusta o no un producto o su nivel de preferencia. Estas pruebas presentan mayor variación en los resultados ya que se enfocan en puntos de vista personales de cada individuo. Para estas pruebas se necesitan como mínimo 30 jueces no entrenados (Anzaldúa, 2019).

Dentro de las pruebas afectivas se puede encontrar la prueba de preferencia, en esta simplemente se busca conocer que muestra prefieren los jueces entre 2 opciones; esta prueba no busca que los participantes distingan un alimento de otro, solamente si prefieren una u otra. Es importante agregar un apartado de comentarios en donde los jueces puedan indicar por qué prefieren una muestra en particular (Anzaldúa, 2019).

De igual manera, existen las pruebas es escala hedónica verbal; se le presentan a los jueces una escala con descripción verbal de la sensación que les produce la muestra consumida, estas opciones se presentan en números impares incluyendo un punto neutro “ni me gusta ni me disgusta”. La escala puede ser de mínimo 3 puntos y como máximo 9 simplemente agregando más grados de gusto y disgusto. No es recomendable exceder el número máximo de puntos debido a que resulta complicado para los jueces expresar su opinión (Anzaldúa, 2019).

3. Justificación.

El pan hecho con masa madre tuvo su origen en medio oriente, pero con el paso del tiempo y los diversos movimientos sociales y culturales a lo largo de la historia hizo que poco a poco se empezara a consumir alrededor del mundo. Es un pan con notas ácidas que son producto de la fermentación de la masa madre, que desarrolla aromas complejos con una corteza dorada y crujiente.

Al pulque durante mucho tiempo se le consideró una de las bebidas más importantes de la cultura mexicana; su papel dentro de la sociedad era tal que los pueblos indígenas lo consideraban "La bebida de los dioses" y aún en el siglo pasado se veía como un motivo de convivencia entre amigos y familias.

Más allá de su valor cultural, el pulque tiene muchos beneficios para la salud: contiene bacterias benéficas que ayudan a la digestión, probióticos que fortalecen la flora intestinal y aporta micronutrientes como las vitaminas B, C Y D.

Desde el punto de vista social, se espera que con esta investigación se puedan encontrar nuevas alternativas de uso para el pulque, que este proyecto sea de ayuda para que las personas sepan que se puede hacer mucho más que solo beberlo, para que los productores tengan un incremento en la demanda de su producto y aumentar el interés en aprender el oficio.

Desde el punto de vista profesional, se espera obtener un producto en donde la mezcla del pulque y el pan dé como resultado un producto de calidad, un pan que tenga la fermentación correcta, la corteza con la textura y color adecuados y sabor agradable para el consumidor. Partiendo de un producto ya conocido, lograr crear uno nuevo con características similares, pero con propiedades que lo hagan diferente al resto de productos de la misma familia.

4. Objetivos

Objetivo general.

Elaborar un pan de hogaza a base de dos pre-fermentos de pulque (uno con miel y otro sin miel), mediante técnicas de panificación artesanal, para evaluar sus características sensoriales, comparar su nivel de preferencia y analizar su factibilidad de desarrollo como producto.

Objetivos específicos.

- Preparar dos masas madre con pulque, una con miel y otra sin miel, siguiendo el método tradicional de elaboración de este prefermento, para analizar su efecto en la panificación.
- Evaluar los atributos sensoriales, mediante la aplicación de técnicas de análisis sensorial para identificar su nivel de preferencia entre ambas muestras.
- Comparar estadísticamente los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales para determinar la factibilidad del uso de los prefermentos de pulque.

5. Metodología Experimental

La investigación experimental es aquella en la que, en base a un contexto, se manipulan de manera intencional las variables independientes y después se analiza el efecto en la variable dependiente.

Es decir, en este tipo de trabajo el investigador manipula las variables con el objetivo de analizar los resultados producto de dicha acción (Hernández, 2018).

5.1 Método de estudio

El cuestionario es un instrumento que se usa para obtener datos por medio de preguntas respecto a una o más variables (Hernández, 2018).

Para la elaboración del cuestionario de esta investigación se plantearon 10 preguntas “cerradas”, la razón para usar este tipo de preguntas es la facilidad para analizar las respuestas y que estas representan un menor esfuerzo para los participantes que no tienen que escribir, únicamente elegir la opción que mejor se asimile a su idea; de igual manera, responder estas preguntas es más rápido y se evita obtener respuestas ambiguas lo que ayuda a una mejor comparación de las respuestas (Hernández, 2018).

De acuerdo a Hernández (2018) “es recomendable hacer únicamente las respuestas necesarias para obtener la información deseada” (p, 258).

El cuestionario fue hecho de acuerdo a las siguientes características: las preguntas tienen que ser claras y comprensibles para los participantes para evitar confusión; las preguntas son breves para que no resulten tediosas y tomen poco tiempo; deben ser formuladas con un vocabulario simple; no deben ser incómodas o agresivas para los participantes; no deben inducir a una respuesta y evitar ser tendenciosas; no deben apoyarse de instituciones para que no interfieran en las opiniones; evitar negar el asunto que se interroga (Hernández, 2018).

Para esta investigación se usaron preguntas cerradas, que contienen opciones de respuesta delimitadas, lo que obliga a los participantes a adaptarse a las mismas (Hernández, 2018).

Se realizó un cuestionario de 10 preguntas cerradas para la obtención de datos estadísticos.

A cada participante se le hicieron 2 pruebas sensoriales: una de preferencia y una de escala hedónica verbal en la que todos los jueces fueron no entrenados.

5.2 Enfoque de investigación

Para el desarrollo de este proyecto se optó por la ruta cuantitativa de investigación, que representa una serie de procesos secuenciales para comprobar suposiciones. Este método parte de una idea delimitada a la que se le crean objetivos de investigación. Después, se elabora un marco con la literatura consultada. Posteriormente, se traza un plan y se seleccionan unidades para medir en un contexto de lugar y tiempo. Finalmente se revisan los resultados obtenidos y se crean las conclusiones (Hernández, 2018).

5.3 Procedimiento

5.3.1 Propósitos de la recolección de la información

El objetivo de este trabajo fue el análisis de una hogaza hecha con una masa madre elaborada con pulque y otra masa, pero con un porcentaje de miel de abeja, para saber si puede funcionar como alternativa en panadería. Se hizo énfasis en el nivel de preferencia por parte de una población para interpretar si es o no efectivo su uso dentro de la industria.

5.3.2 Construcción del instrumento de medición

5.3.2.1 Cuestionario

Se le aplicó un cuestionario de 10 preguntas cerradas a 60 personas (Anzaldúa, 2019). Este, se diseñó para que fuera rápido de contestar y con opciones sencillas para el participante; las preguntas fueron redactadas y estructuradas para obtener respuestas claras y relevantes para el desarrollo del tema (Hernández, 2018).

Para este instrumento de medición no fue necesario validarlo, ya que no se utilizan datos sensibles (historial clínico, enfermedades, datos biométricos, etc.). La información proporcionada es confidencial y privada.

5.3.2.2 Elaboración de las masas madre

Los ingredientes básicos para la elaboración de una masa madre son: harina y agua. Pero, si se agrega un agente externo como el yogurt, puré de fruta o algún otro agente que aporte azúcares y microorganismos el proceso de fermentación será diferente (Giorilli, 2021).

Para la elaboración de las dos masas madre se utilizó harina de trigo marca San Antonio 3 estrellas con 11% de proteína, harina de centeno de venta a granel distribuida por la tienda “La charcu” de Pachuca de Soto, pulque de la comunidad de Lagunilla, Municipio de San Salvador, Estado de Hidalgo con 2 días de fermentación, miel de abeja y agua potable.

Para el primer día en 2 frascos de vidrio con cierre hermético previamente esterilizados en agua hirviendo por 15 minutos (Hrdalo et al., 2020). Se mezclaron 70 g de harina de centeno, 88 g de agua y 6 g de miel, para el primer frasco; para el segundo, Se mezclaron 70 g de harina de centeno, 88 g de agua, 3 g de pulque y 3 g de miel (Hamelman, 2013).

Para el segundo día, se descartó una parte de la masa del día anterior quedando solo 80 g como mezcla inicial, a esta se le agregó 36 g de harina de centeno, 36 de harina blanca y 90 g de agua a temperatura ambiente (Hamelman, 2013). Este proceso se aplicó en ambas masas.

Para el tercer día, se descartó una parte de la masa del día anterior quedando solo 80 g como mezcla inicial, a esta se le agregó 72 g de harina blanca y 90 g de agua a temperatura ambiente (Hamelman, 2013). Este proceso se aplicó en ambas masas.

Para el cuarto día en adelante, se descartó una parte de la masa del día anterior quedando solo 80 g como mezcla inicial, se agregaron 80 g de harina blanca y 80 g de agua a temperatura ambiente; se decidió modificar las cantidades de los ingredientes por que las mezclas anteriores quedaron muy líquidas (Kayser, 2023). Este proceso se aplicó en ambas masas.

5.3.2.3 Elaboración del pan

Para la elaboración de las dos hogazas se usaron los mismos ingredientes, cantidades y procedimientos; únicamente cambiando la masa madre de pulque por la de pulque y miel.

Los ingredientes usados son: 500 g de harina de fuerza con 14 % de proteína marca “El molino”, 350 g de agua templada por 30 segundos en microondas, 100 g de masa madre, 3 g de levadura fresca marca “La florida” y 10 g de sal marca “La fina” (Kayser, 2023).

El porcentaje de levadura presente en la receta ayuda a reducir el tiempo de fermentación, más no busca reemplazar el uso de la masa madre en la preparación (Kayser, 2023).

Se refrescó la masa madre 12 horas antes del amasado (Hamelman, 2013), se hizo un volcán con harina y se incorporaron los demás ingredientes, amasando hasta obtener una masa suave y lisa (Kayser, 2023); se dejó fermentar 2 horas y media a temperatura ambiente (Hamelman, 2013); posteriormente se porcionó en partes de 300 g cada una y se colocó en un recipiente con harina (Kayser, 2023); en la segunda fermentación, se dejó 2 horas y media en refrigeración (Hamelman, 2013); para hornear se usó un horno eléctrico marca Gourmia modelo GTF7698 a una temperatura de 210°C por 40 min.

5.3.2.4 Aplicación de las pruebas

La prueba se realizó a una población de 60 alumnos (Anzaldúa, 2019) y, como se muestra en la gráfica 1, los participantes se encuentran entre los 18 y 25 años.

A cada juez se le entregaron 2 muestras de pan con un peso aproximado de 30 g codificadas con los números 1983 y 3595 (Anzaldúa, 2019); la primera muestra corresponde a la hogaza elaborada con masa madre de pulque y miel; mientras que la segunda muestra corresponde a la masa madre con pulque.

5.3.2.4.1 Aplicación de la prueba de preferencia

Se les indicó a los jueces que iniciaran con la muestra 1983, solicitando que la probaran analizando la textura, la miga, el aroma, el sabor y el color de la corteza. Una vez se probará la primer muestra, se les indicó enjuagar boca con el vaso de agua que se les proporcionó; posteriormente, se les solicitó a los jueces que repitieran los mismos pasos con la muestra 3595 para que con estos parámetros decidiera cuál de las dos opciones era su preferida (Anzaldúa, 2019). En la parte final de la prueba de preferencia se les presentó un apartado de comentarios en donde los jueces, de manera opcional, podían dejar sus observaciones para un análisis más a fondo (Anzaldúa, 2019).

5.3.2.4.2 Aplicación de la prueba de escala hedónica verbal

Para la segunda prueba participaron los mismos jueces del primer análisis, pero en esta etapa se les presentó una ficha de escala hedónica verbal donde se les indicó a los jueces que probaran las muestras con los mismos pasos y orden realizados anteriormente.

Se solicitó centrarse en el sabor, aroma y textura de cada muestra y, por medio de una escala de hedónica verbal de 5 puntos (Anzaldúa, 2019), elegir el nivel de agrado de cada pan de acuerdo a las cualidades mencionadas; las opciones para contestar fueron las siguientes: Me gusta mucho, Me gustó, Ni me disgusta ni me gusta, Me disgusta y Me disgusta mucho (Anzaldúa, 2019).

Prueba de preferencia

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Pruebe por favor las dos muestras de pan que tiene ante usted. Primero pruebe la 1983 y después la 3595

Diga cual de las dos prefiere.

1983		3595	
------	--	------	--

Comentarios:

Prueba de escala hedonica verbal

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Pruebe las muestras de pan que se le presentan e indique segun la escala, su opinion sobre ellas. Marque con una X en el recuadro que corresponda a la calificacion para cada muestra.

Escala de preferencia

Sabor	Aroma		Textura				
	1983	3595	1983	3595			
Me gusta mucho					Me gusta mucho		
Me gusto					Me gusto		
Ni me disgusta ni me gusta					Ni me disgusta ni me gusta		
Me disgusta					Me disgusta		
Me disgusta mucho					Me disgusta mucho		

Ilustración 1: Ficha de preferencia

Ilustración 2: Ficha de escala hedónica

5.3.2.5 Medición de pH

Para la medición de pH se elaboraron 3 hogazas: la primera, hecha con masa madre de pulque; la segunda, con masa madre de pulque y miel; y una tercera, con masa madre natural. Se extrajeron 3 muestras de cada pan; cada una de 5 g, que se molieron junto con 20 ml de agua destilada y se mantuvieron por 5 minutos para medir posteriormente el pH (Portales, 2020). El dispositivo usado para esta prueba fue un potenciómetro digital marca Yomym modelo MX-601.

En la medición del pH de la masa madre se ocuparon 5 g de masa madre diluidos en 25 ml de agua destilada, mezclando por 2 minutos hasta obtener una mezcla homogénea que fue analizada por el mismo potenciómetro digital que fue usado en la prueba anterior (López et al., 2025).

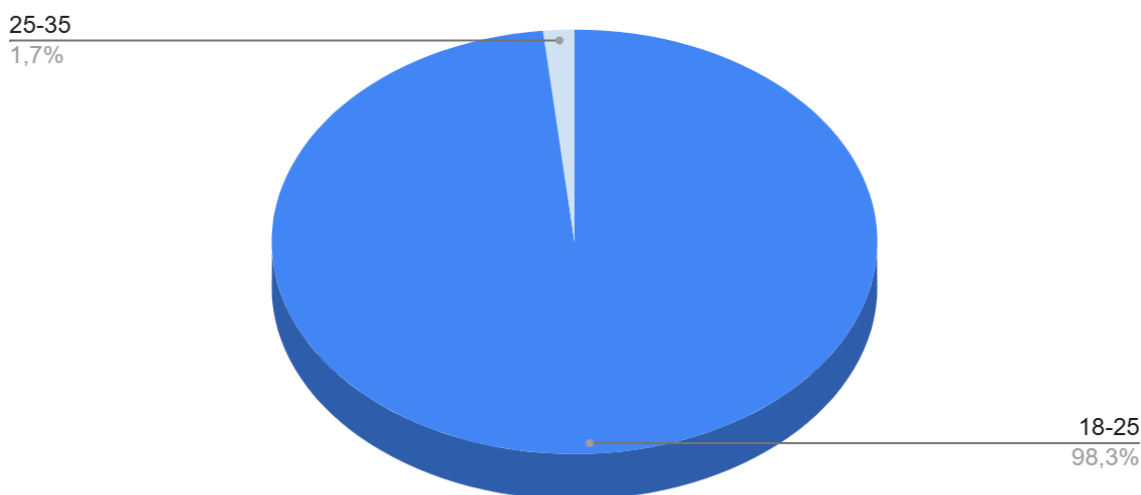
6. Resultados y discusión

6.1 Parámetros generales

Los jueces que participaron en el análisis sensorial de la hogaza elaborada con masa madre de pulque fueron personas que se encontraban en un intervalo de entre 18 y 25 años, representando el 98.3% de la población consultada; además, solo una persona se registró en el rango de 26 a 30 años, correspondiendo al 1.7% de la misma, como se muestra en la gráfica 1 (Edades de los participantes).

Gráfica 1

Edades de los participantes

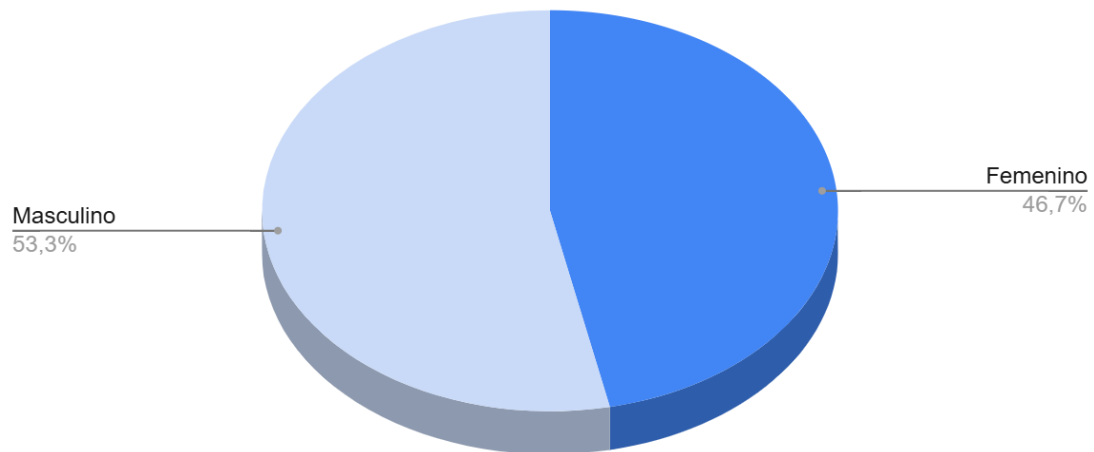


Nota, En esta gráfica se muestra el rango de edad de los participantes.

De un total de 60 jueces, el 53.3% fue masculino y el 46.7% fue femenino. Como se puede ver en la gráfica 2 (Porcentaje de participación entre hombres y mujeres) la mayoría de los participantes fueron hombres.

Las mujeres tienden a distinguir un 20% más de olores con respecto a los hombres. De hecho, se ha demostrado que la percepción olfativa de las mujeres varía de acuerdo a su ciclo menstrual o durante el embarazo (San Miguel, 2022). Las respuestas obtenidas por los participantes estarán influenciadas por diversos factores propios de cada persona, se espera que las respuestas sean variadas por la cantidad de participantes (Asencios, 2021).

Gráfica 2
Porcentaje de participación entre hombres y mujeres



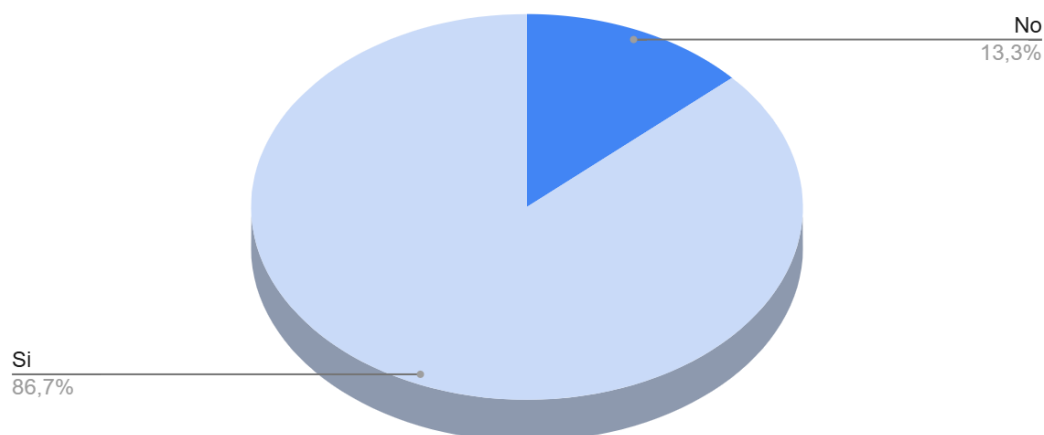
Nota, en esta gráfica se muestra el porcentaje de participación entre hombres y mujeres para la aplicación del análisis sensorial

6.2 Interpretación de datos

6.2.1.1 Reconocimiento del pulque en los consumidores

Gráfica 3

¿Ha probado el pulque?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿Ha probado el pulque? expresadas en porcentaje.

En la primera pregunta se cuestionó a los participantes si habían probado el pulque y los resultados obtenidos (gráfica 3: ¿Ha probado el pulque?) fueron que el 86.7% sí lo ha hecho en algún momento, mientras que un 13.3% aún no lo hace. A mediados del siglo XX, el pulque fue la bebida más popular, pero su consumo disminuyó ante el crecimiento de la industria cervecera; pero, en la última década, está volviendo a consumirse de manera habitual y siendo revalorada por las nuevas generaciones (Matías et al., 2019).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el porcentaje de personas que han consumido pulque es mayor, lo que concuerda con Matías et al (2019). Que señala que el consumo de pulque en las nuevas generaciones sigue estando presente a pesar de la llegada de la industria cervecera.

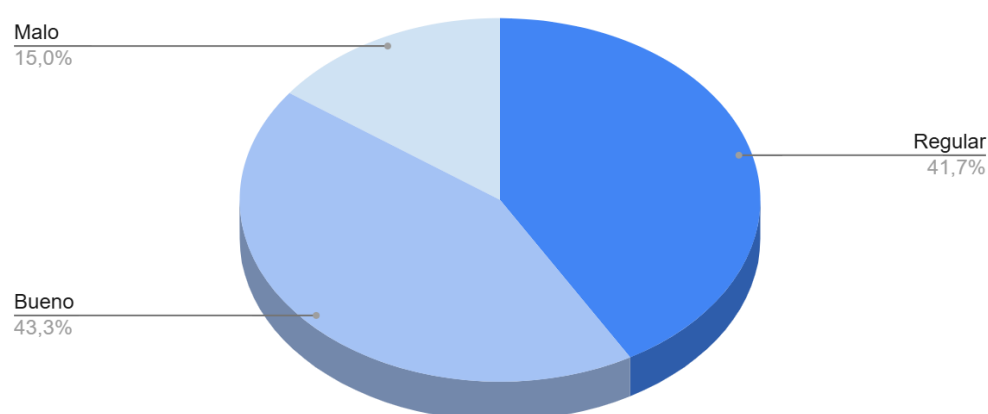
6.2.1.2 Preferencia del pulque por parte de los jueces

Por otro lado, como se muestra en la gráfica 4 (¿Qué le parece el sabor del pulque?), solo un 15% de los participantes respondieron que el sabor del pulque es malo, mientras que la mayoría, representando un 43.3%, respondió que su sabor les parece bueno y un 41.7% respondió que les parece regular. Las propiedades sensoriales del pulque están relacionadas con la región en donde se produce el aguamiel, que es la materia prima usada. Para el aroma, se pueden encontrar descriptores como el ácido acético, alcohol, moho, levadura, manzana, miel, piña fermentada, sidra o vinagre de manzana. Para el sabor, se pueden encontrar descriptores como dulce, ácido, amargo, ácido acético, ácido cítrico, ácido láctico, alcohol, levadura, manzana o piña (Flores, 2023).

El porcentaje de respuestas negativas y neutras en relación al pulque se puede relacionar con la presencia de sabores y aromas poco agradables para los consumidores, como el vinagre de manzana o el ácido acético; pero también se pueden relacionar las respuestas positivas con sabores dulces como la piña o aromas como la miel (Flores, 2023).

Gráfica 4

¿Qué le parece el sabor del pulque?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿Qué le parece el sabor del pulque? expresadas en porcentaje.

6.2.1.3 Consumo del pulque

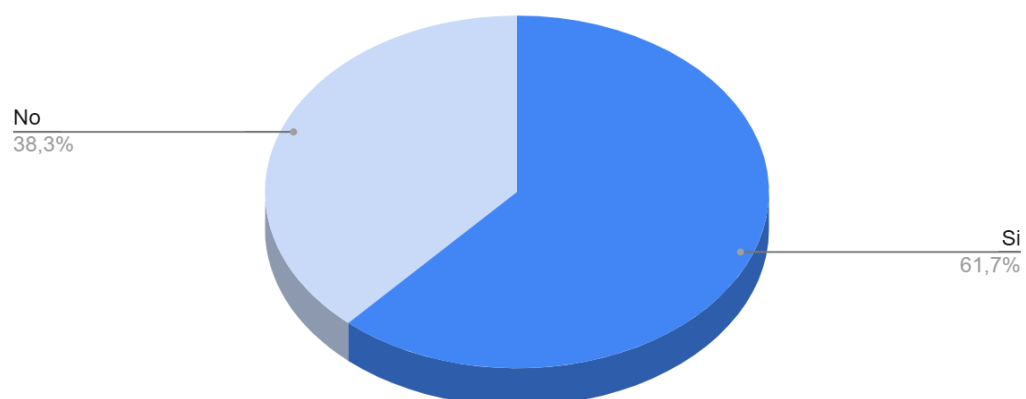
Como se puede observar en la gráfica número 5 (¿Ha probado algún alimento a base de pulque?), el 61.7% de los participantes han probado en algún momento el pulque dentro de otras preparaciones de alimentos. Este resultado indica que más de la mitad de los jueces ya han estado en contacto con más usos para el pulque más allá de su papel como bebida tradicional y saben que hay más formas de utilizarlo. Además, un 38.3% de los jueces no ha consumido alimentos preparados con esta bebida.

El maguey puede ser usado como forraje, leña, abono; sus pencas se asan y se ocupan para la barbacoa, los gusanos que viven en las hojas se consideran comida gourmet, las flores se guisan y con el pulque se elabora el tradicional pan, resultante de la fermentación de bacterias ácido lácticas y el sedimento llamado *xaxtle*, que es un cultivo iniciador de fermentación (Serrano et al., 2025). También se han elaborado otras propuestas gastronómicas para el uso del pulque, como lo son bebidas energéticas naturales a base de pulque, en donde se hace uso de esta bebida para mezclarla con otros ingredientes como la pulpa de arándano, jengibre, pulpa de fresa, leche de soya o yogurt (Carchi Ramon, 2018). o en la elaboración de gomitas a base de pulque en donde se mezcla la bebida con grenetina y otros ingredientes para obtener una nueva forma de consumir el producto (Hernandez Carnalla et al., 2025).

De acuerdo a los resultados obtenidos, una cantidad significativa de los participantes reconoce los usos del pulque y su versatilidad; esto se relaciona con las propuestas de otros autores en donde se exploran usos alternativos para la bebida, desde lo tradicional a lo nuevo. Esto puede reflejar que la diversidad de productos ha incrementado y que las personas están comenzando a conocerlas y probarlas.

Gráfica 5

¿Ha probado algún alimento a base de pulque?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿Ha probado algún alimento a base de pulque? expresadas en porcentaje.

6.2.1.4 Conocimiento de la masa madre

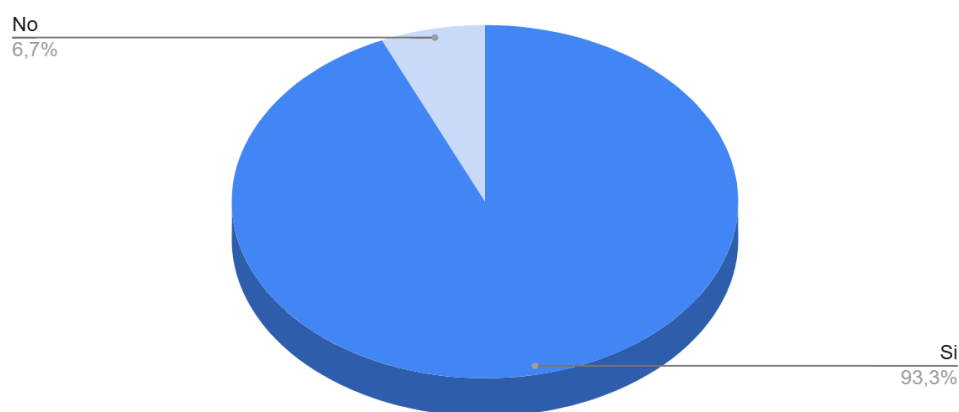
Por otro lado, dentro del cuestionario también se abordaron algunas preguntas acerca del pan y la masa madre. La pregunta número 6 de este tema fue si los jueces sabían qué era la masa madre, y como se puede apreciar en la gráfica 6 (¿Sabe qué es la masa madre?), el 93.3% de ellos indicó que sí la conocían, mientras que un 6.7% de los participantes no la conoce, representando una respuesta negativa mínima.

A nivel internacional, México es conocido por tener una variedad de panes con diferentes sabores, formas, texturas y colores, lo que representa su cultura y tradición; si bien la panadería fue introducida por los españoles durante la conquista, no se esperaba que con el tiempo el pan tomaría el lugar que tiene hoy en la gastronomía mexicana y actualmente se visualiza el uso de la masa madre para aportar características de sabor, olor, textura y miga en preparaciones de pan tradicional, como es el caso de roles o conchas. (Galindo et al., 2025).

De acuerdo a los resultados, la mayor parte de los participantes conocen qué es la masa madre; esto coincide con la popularidad que tiene el pan en la sociedad mexicana y en cómo se está retomando su uso en el mercado.

Gráfica 6

¿Sabe que es la masa madre?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿sabe que es la masa madre? expresadas en porcentaje.

6.2.1.5 Consumo de pan en México

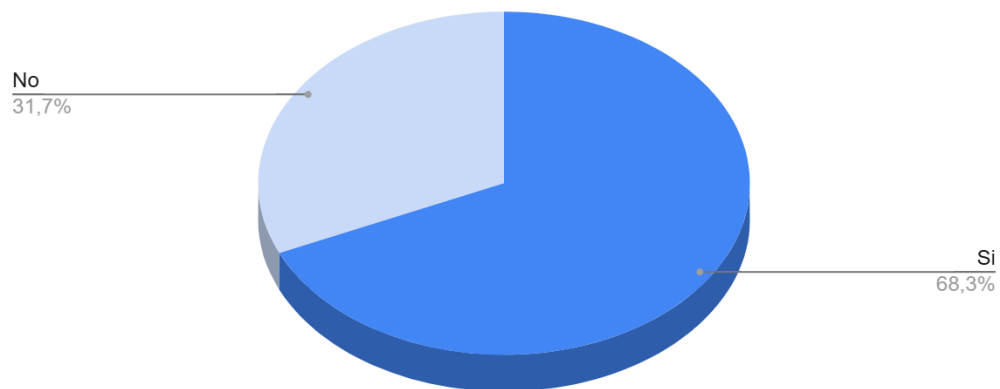
Se les preguntó a los jueces si habían probado el pan hogaza elaborado con masa madre. El cuestionario arrojó un resultado un poco más variable en comparación con la cuestión anterior; en la gráfica 7 (¿Ha probado el pan tipo hogaza elaborado con masa madre?) se puede apreciar que un 31.7% del grupo analizado contestó que nunca lo ha probado. Por otra parte, en la gráfica 8 (¿Con qué frecuencia consume pan a la semana?) se puede observar que el 56.7% señaló que come pan de 1 a 2 veces a la semana, representando más de la mitad de la población consultada; mientras que el 38.3% indicó un consumo de 3 a 4 veces en el mismo periodo, siendo un consumo moderado, y solo un 5% señaló que lo come más de 5 veces a la semana.

El consumo per cápita anual de pan en México se estima en 33.5 kg, de los cuales entre el 70% y el 75% corresponde a pan blanco y entre el 30% y el 25% a pan dulce, galletas y pasteles (Galindo et al., 2025).

Los resultados obtenidos muestran que el consumo de pan por persona es bajo, pero coincide con los datos extraídos de Galindo et al (2025), **llegando a un consumo de 0.642 kg por semana per cápita.** Además, el consumo de pan hecho con masa madre es bajo en consideración con el de pan blanco; esto puede deberse a que hay opciones tradicionales de pan salado como el bolillo, telera o pambazo que representan una competencia directa al pan hecho con masa madre.

Gráfica 7

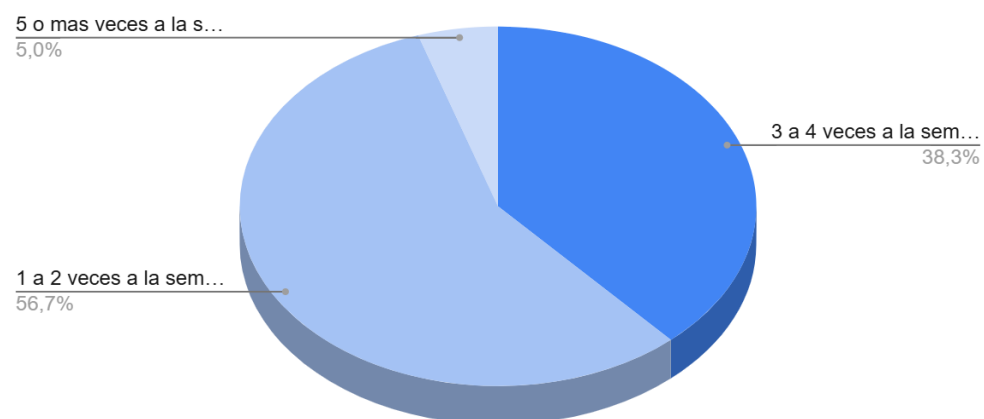
¿Ha probado el pan tipo hogaza elaborado con masa madre?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿Ha probado el pan tipo hogaza elaborado con masa madre? expresadas en porcentaje.

Gráfica 8

¿Con qué frecuencia consume pan a la semana?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿con qué frecuencia consume pan a la semana? expresadas en porcentaje.

6.2.1.6 Características buscadas en un pan

A continuación, en la gráfica 9 (¿Cuál es la cualidad que más le gusta en un pan?), se les preguntó a los participantes qué característica del pan les gustaba más. Los resultados fueron: el sabor es la cualidad preferida con un 43.3%, siendo esta la favorita a la hora de elegir un pan. Después, está la miga, que representa el 25%, siendo esta un factor considerable al comprar este alimento; la corteza con un 20% de preferencia, aunque es importante, es un factor menos considerado en comparación con las opciones anteriores. Por último, el aroma con un 11.7%, siendo esta la cualidad más buscada por los consumidores, pero aun así importante para un porcentaje de la población.

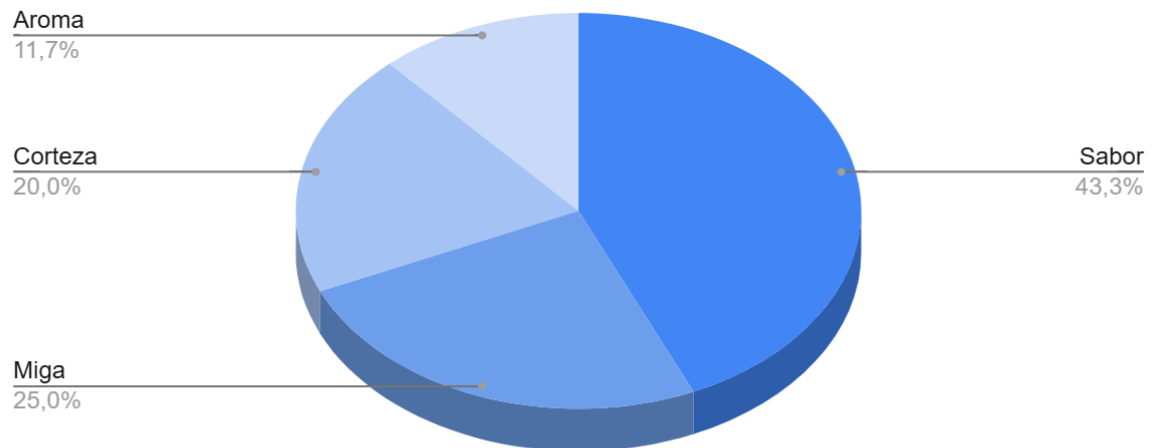
El desarrollo de una buena miga se puede ver afectado por varios factores como: insuficiente tiempo de fermentación en la primera o segunda etapa, exceso de amasado, temperatura de cocción alta, falta de vapor al meter al horno los panes (Kayser, 2023). Para el caso de la corteza, su calidad se puede ver influenciada por los siguientes factores: mala calidad de la harina, exceso de fermentación, masa muy trabajada, temperatura del horno baja, poco tiempo de cocción o falta de vapor (Kayser, 2023). En el desarrollo del sabor y aroma para el pan, prácticamente todo el proceso se lleva a cabo durante la primera y segunda fermentación; durante la primera etapa de este proceso se genera la mayor parte de estas características. La adición de masa madre, aporta un sutil aroma y un sabor delicado con un toque ácido (Hamelman, 2013).

Se puede observar que el sabor fue la característica más valorada, relacionado con una buena fermentación o la adición de masa madre, lo que justifica el uso de fermentaciones largas para el desarrollo de sabores. La miga fue la segunda característica con más importancia; esto refleja que los consumidores valoran una buena textura producto del correcto manejo de la masa y el proceso de elaboración. La corteza, de acuerdo a los participantes, no tiene tanto impacto a la hora de elegir un pan. Sin embargo, sigue representando una parte importante de la población. Esto sugiere que al momento de hacer el pan hay que cuidar las condiciones de la elaboración, como la temperatura de cocción o el tiempo de fermentación. Finalmente, el aroma fue el aspecto menos valorado por los participantes. Pero al estar relacionado con el sabor, su desarrollo también depende de una buena

fermentación y justifica la adición de masa madre para complementar estas características.

Gráfica 9

¿Cual es la cualidad que más le gusta en un pan?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿cuál es la cualidad que más le gusta en un pan? expresadas en porcentaje.

6.2.1.7 Beneficios de la masa madre

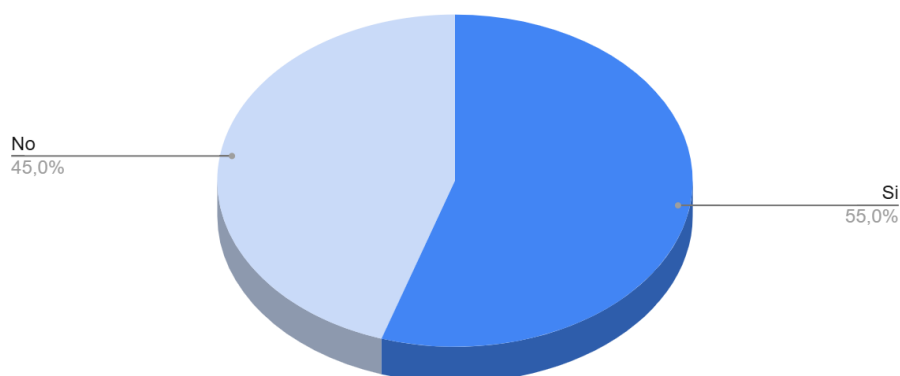
Por último, en la gráfica 10 (¿Conoce los beneficios de la masa madre?), se representan los resultados acerca del conocimiento de los beneficios de la masa madre y se obtuvo que el 55% de la población sí los conoce, pero el 45% aún no.

El uso de la masa madre va más allá de un pre fermento natural sencillo; aporta una variedad de cualidades, como por ejemplo: disminución de la respuesta glucémica, incremento del volumen de crecimiento, diversificación del perfil sensorial o mejora del sabor y textura (Romero et al., 2025).

Considerando que en la gráfica 6 se puede notar que la mayoría de los participantes conoce la masa madre, en este apartado se evidencia que casi la mitad de los jueces no conoce los beneficios de su uso. Esto sugiere que pueden estar consumiendo este producto desconociendo sus ventajas.

Gráfica 10

¿Conoce los beneficios de la masa madre?



Nota, en esta gráfica se muestra la cantidad de respuestas a la pregunta ¿conoce los beneficios de la masa madre? expresadas en porcentaje.

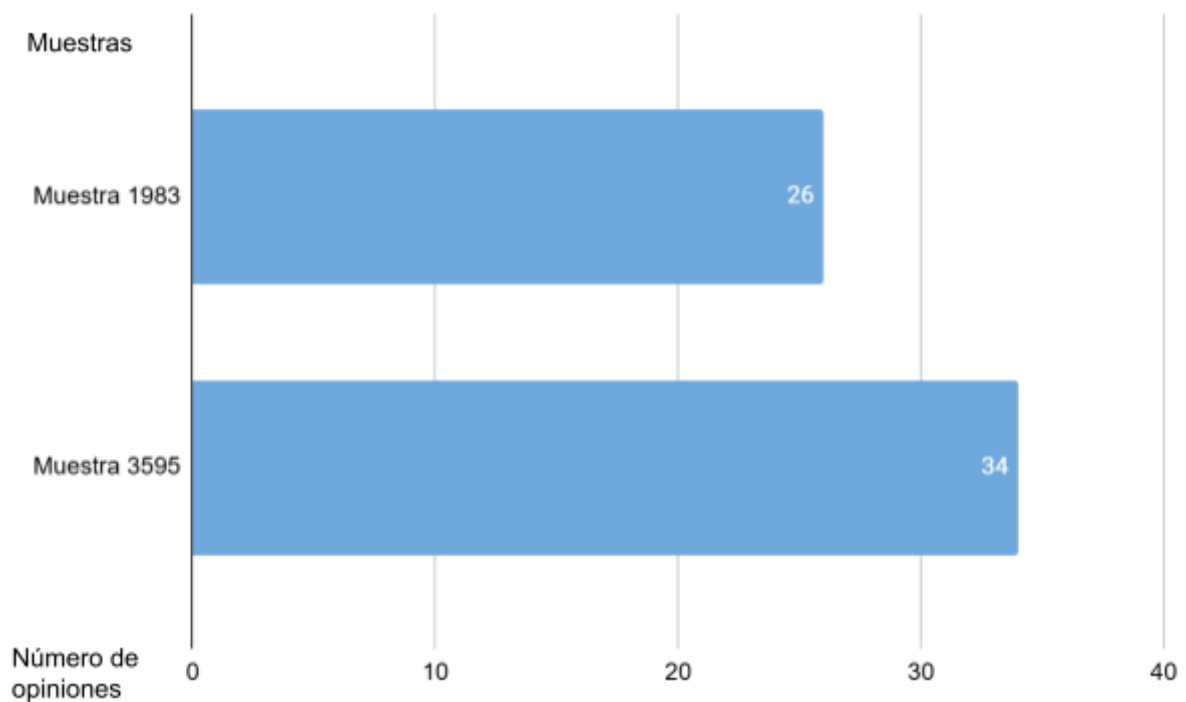
6.2.2 Identificación de preferencia sobre 2 muestras de pan

La primera prueba realizada a los participantes fue la de referencia, y los resultados obtenidos fueron 26 opiniones a favor de la muestra 1983, que corresponde a la de pan elaborada con masa madre de pulque y miel; contrastando con 34 opiniones para la muestra 3595, que representa a la hogaza elaborada con masa madre de pulque, como se muestra en la gráfica 11 (prueba de preferencia).

Para que exista una diferencia significativa para un total de 60 personas, se necesitan por lo menos 39 opiniones a favor de alguna de las muestras, por lo que, comparando los resultados obtenidos, se determina que no hubo una preferencia por parte de los jueces hacia algún producto (Anzaldúa, 2019).

Gráfica 11

Prueba de preferencia



Nota, en esta gráfica se observa la cantidad de opiniones de los jueces a favor de las muestras 1983 y 3595.

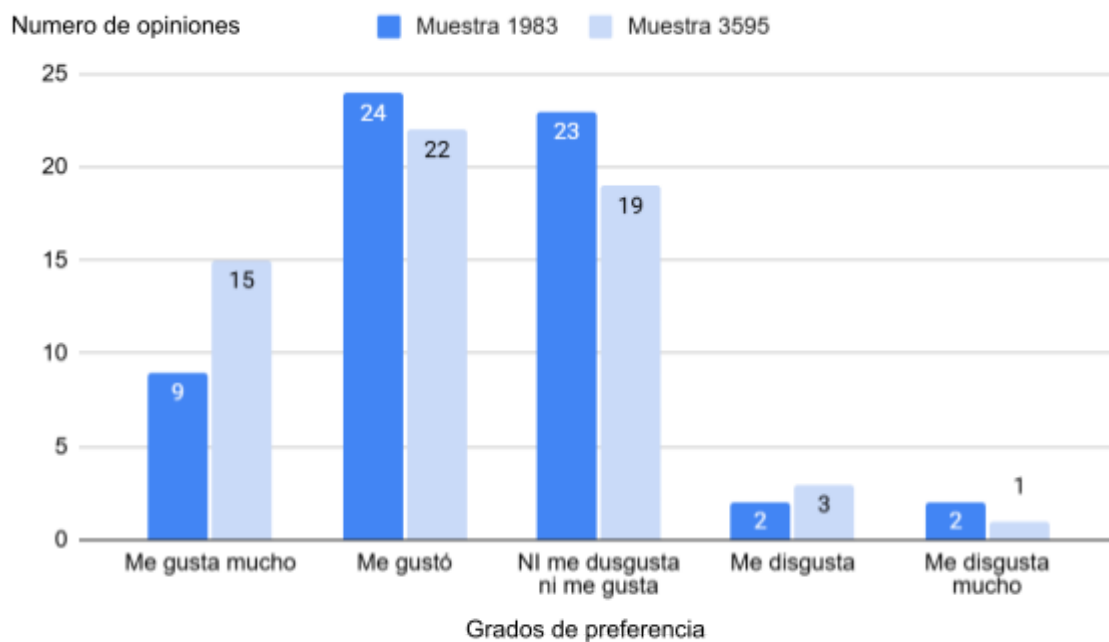
6.2.3 Identificación de escala de preferencia en base a sabor, aroma y textura

6.2.3.1 Nivel de agrado en sabor

En la gráfica 12 (Prueba hedónica de nivel de agrado de sabor de escala verbal) se muestra el número de opiniones de la prueba con respecto al sabor de los panes; la muestra 1983 representa al pan hogaza hecho con masa madre de pulque y miel, mientras que la muestra 3595 representa al pan de masa madre elaborado con masa madre de pulque.

Gráfica 12

Prueba hedónica de nivel de agrado de sabor de escala verbal



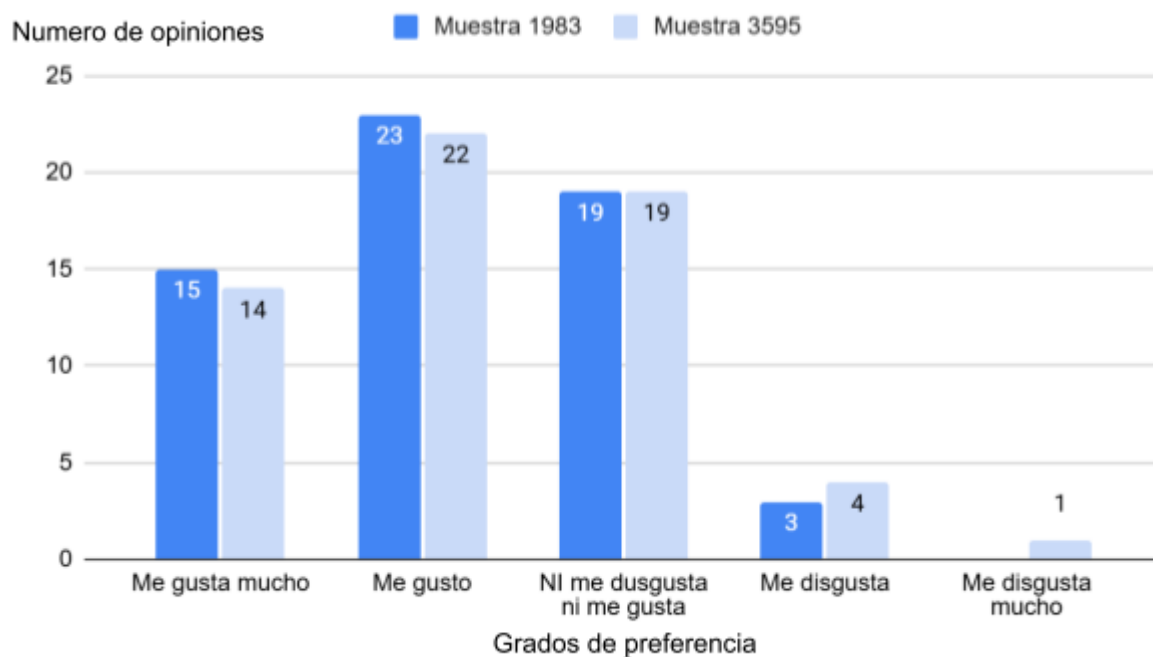
Nota: en esta gráfica se observa el número de respuestas obtenidas en la prueba de escala hedónica para la evaluación del sabor para las muestras 1983 y 3595.

6.2.3.2 Nivel de agrado en aroma

En la gráfica 13 (Prueba hedónica de nivel de agrado de aroma de escala verbal) se muestra el número de opiniones de la prueba con respecto al aroma de los panes; la muestra 1983 representa al pan hogaza hecho con masa madre de pulque y miel, mientras que la muestra 3595 representa al pan de masa madre elaborado con masa madre de pulque.

Gráfica 13

Prueba hedónica de nivel de agrado de aroma de escala verbal



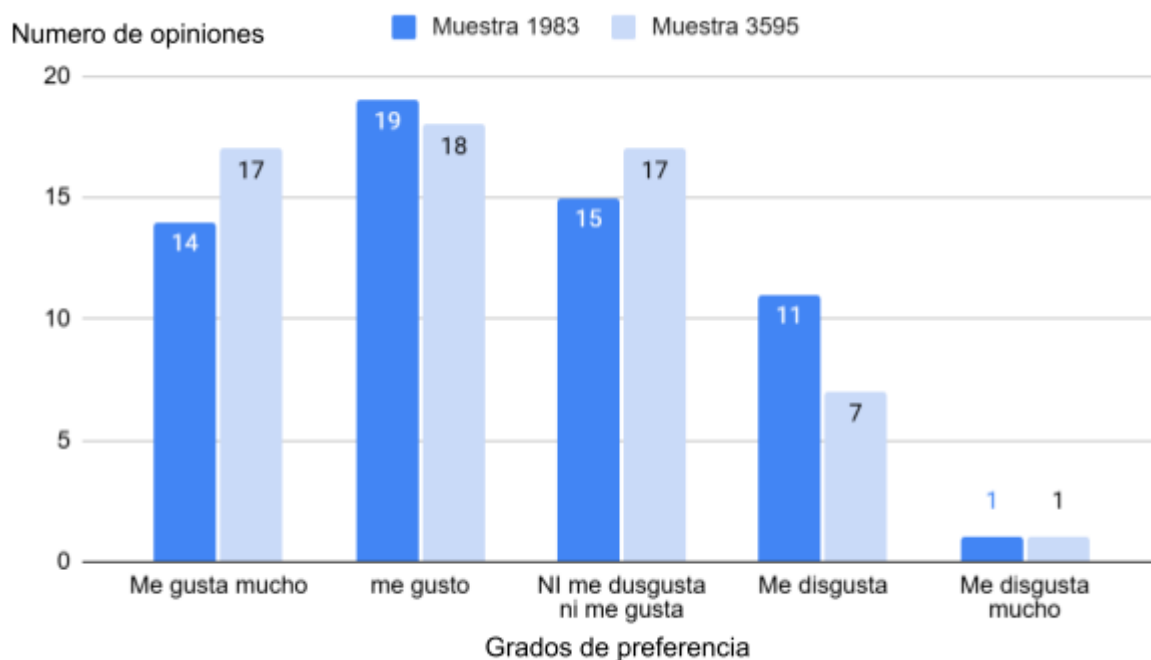
Nota: en esta gráfica se observa el número de respuestas obtenidas en la prueba de escala hedónica para la evaluación del aroma para las muestras 1983 y 3595.

6.2.3.3 Nivel de agrado en textura

En la gráfica 14 (Prueba hedónica de nivel de agrado de textura de escala verbal) se muestra el número de opiniones de la prueba con respecto a la textura de los panes; la muestra 1983 representa al pan hogaza hecho con masa madre de pulque y miel, mientras que la muestra 3595 representa al pan de masa madre elaborado con masa madre de pulque.

Gráfica 14

Prueba hedónica de nivel de agrado de textura de escala verbal



Nota: en esta gráfica se observa el número de respuestas obtenidas en la prueba de escala hedónica para la evaluación de la textura para las muestras 1983 y 3595.

6.2.3.4 Resultados estadísticos

Según los resultados obtenidos de la prueba de escala hedónica verbal, el análisis estadístico mostró que no hay una diferencia significativa en la percepción sensorial de los atributos analizados.

Esta falta de diferencia significativa se puede deber a varios aspectos. Uno de ellos es la cantidad de pulque y miel sustituida dentro de la composición de la masa madre, que contrasta con la metodología propuesta por Parra (2026), en donde se sustituyó el 100% del porcentaje de agua por sustrato de frutas, obteniendo cambios significativos en atributos de sabor, aroma, miga y textura.

De igual forma, la composición de todos los demás ingredientes de la masa madre pudo ser un factor a considerar. Los porcentajes de composición del prefermento elaborado son menores a los de la masa madre propuesta por Giorilli (2021), en donde se usan un 40 % de agua y un 16.66 % de yogurt con respecto al peso de la harina.

La falta de control en la temperatura de fermentación de la masa madre es un factor variable. Si hay una temperatura alta de 30-35 °C, habrá un mayor crecimiento de bacterias lácticas y una menor producción de ácido acético, lo que dará un pan con un sabor suave con una ligera acidez; por el contrario, una temperatura baja de entre 20-25 °C tendrá un mayor desarrollo de levaduras y mayor producción de ácido acético, lo que da como resultado un pan con un sabor agrio e intenso (Antoja, 2015).

Tabla 8

Resultados estadísticos de la prueba hedónica verbal

Muestra / atributo	Sabor	Aroma	Textura
Muestra 1983	0.6 ± 0.173 ^a	0.833 ± 0.162 ^a	0.55 ± 0.208 ^a
Muestra 3595	0.733 ± 0.172 ^a	0.75 ± 0.161 ^a	0.7 ± 0.219 ^a

Notas, Se muestra el valor medio más la suma del error estándar. Las letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0.050$

6.2.4 Resultados de los valores de pH

Los niveles obtenidos del análisis de acidez se muestran en la tabla número 9 (Niveles de pH) que presenta las 3 hogazas analizadas encontrando valores de pH promedio de: 5.66 para la masa madre de pulque, 5.44 para el prefermento de pulque y miel, y 5.54 para masa natural, lo que coincide con lo obtenido por Portales (2020) que obtuvo valores de entre 5.32 a 6.77.

Tabla 9

Niveles de pH

Panes analizados	Mediciones de pH
Hogaza de masa madre de pulque	1. 5.69 2. 5.60 3. 5.69
Hogaza de masa madre de pulque y miel	1. 5.40 2. 5.42 3. 5.51
Hogaza de masa madre natural	1. 5.60 2. 5.51 3. 5.51

Notas, en esta tabla se pueden ver las mediciones de pH sobre los 3 tipos de panes analizados para esta parte de la prueba

Por otro lado, se tomó una muestra del pH de las masas madre antes de usarlas dentro de la preparación y los resultados fueron los siguientes: masa madre natural 3.45, masa madre de pulque con miel 3.56 y masa madre de pulque 3.34; lo que no coincide con lo obtenido por López et al (2025), quien obtuvo valores de 4.2 de acidez en masa madre.

Para el desarrollo de un pan, la acidez de la masa madre se recomienda que sea de 4.3 a 4.8. Esto aportará una consistencia blanca y no pegajosa con alveolos alargados y bien desarrollados. Mientras que un pH mayor de 5 dará un sabor poco ácido con poca coloración. Mientras que, por el contrario, un pH inferior a 4 dará un sabor ácido-amargo, color grisáceo, alveolos de forma redondeada y consistencia pegajosa (Giorilli, 2021).

6.2.5 Aporte Nutricional

El cálculo nutricional se hizo en base al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE). Este sistema es usado para diseñar planes de alimentación para personas que tienen la necesidad de controlar su ingesta de alimentos. El sistema de equivalentes es la porción de un alimento el cual su aporte nutricional es similar a otros del mismo subgrupo y les permite intercambiarse entre sí. Por ejemplo $\frac{1}{2}$ bolillo es equivalente de 1 tortilla lo que facilita la modificación y personalización de alimentos (Pérez 2014).

A continuación se muestran las tablas nutrimentales de las hogazas elaboradas con los prefermentos desarrollados.

Tabla 10:

Aporte nutrimental de la hogaza elaborada con masa madre de pulque

Masa madre						
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Kcal	HCO	Proteína	Lípidos
Harina de centeno	0,162	Kg	371	80,1	12,4	1,8
Harina blanca	0,102	Kg	372,3	78	10,7	1
Pulque	0,005	L	0,2	0	0	0
Total			743,5	158,1	23,1	2,8
Hogaza						
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Kcal	HCO	Proteína	Lípidos
Harina blanca	0,5	Kg	1825	382	52,5	5
Levadura fresca	0,003	Kg	7,5	1,4	1,4	0
Sal	0,01	Kg	0	0	0	0
Total			1832,5	383,4	53,9	5
Total			2576	541,5	77	7,8

Nota; en la siguiente tabla se muestra el aporte nutricional del pan hogaza elaborado con masa madre de pulque.

Tabla 11

Aporte nutrimental de la hogaza elaborada con masa madre de pulque y miel

Masa madre						
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Kcal	HCO	Proteína	Lípidos
Harina de centeno	0,162	Kg	371	80,1	12,4	1,8
Harina blanca	0,102	Kg	372,3	78	10,7	1
Pulque	0,003	L	0,2	0	0	0

Miel	0,003	Kg	0,9	0,2	0	0
Total			744,4	158,3	23,1	2,8
Hogaza						
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Kcal	HCO	Proteína	Lípidos
Harina blanca	0,5	Kg	1825	382	52,5	5
Levadura fresca	0,003	Kg	7,5	1,4	1,4	0
Sal	0,01	Kg	0	0	0	0
Total			1832,5	383,4	53,9	5
Total			2576,9	541,7	77	7,8

Nota; en la siguiente tabla se muestra el aporte nutrimental del pan hogaza elaborado con masa madre de pulque y miel.

7. Conclusiones

En el desarrollo de esta investigación se prepararon dos masas madre con pulque; a una se le agregó 6 ml de la bebida fermentada, a la segunda 3 ml de la misma y 3 g de miel al inicio de la fermentación. Obteniendo valores de acidez de 3.45 y 3.34 respectivamente al séptimo día, lo que indicó una acidez presente durante el proceso de fermentación.

Se prepararon dos pre fermentos, con los que se elaboraron 2 hogazas de pan que se hicieron con harina de fuerza, agua, sal y levadura, dándoles un tiempo de fermentación de 5 horas en total. y horneadas a 210 °C por 40 minutos.

Se evaluaron los atributos sensoriales mediante la aplicación de 2 pruebas, una de preferencia y una de escala hedónica verbal, a una población de 60 personas. Con el objetivo de encontrar cuál de las dos muestras de pan era la preferida por los panelistas.

Se compararon los resultados obtenidos del análisis sensorial y se observó que en la primera prueba se obtuvieron 26 puntos a favor de la muestra elaborada con masa madre de pulque y miel, mientras que la hecha únicamente con pre fermento de pulque obtuvo 34 puntos. Para que la prueba arroje una preferencia por un producto en específico, es necesario un mínimo de 39 puntos para que se pueda considerar una diferencia significativa. En la prueba de escala hedónica verbal, se observó que ninguno de los atributos analizados (sabor, aroma y textura) mostró de manera estadística un valor $p < 0.050$. Lo que significa que no se encontró alguna diferencia en la percepción de preferencia de ambas muestras.

Los resultados obtenidos mostraron que no hay una diferencia significativa entre ambos productos, por lo que no hubo preferencia por algún pan en específico.

8. Perspectivas

Dentro de la elaboración del pan y el uso de los prefermentos hay muchas variables que resulta interesante abordar como puede ser la temperatura de fermentación, el tiempo, o el uso de los ingredientes.

Es necesario modificar la composición de los ingredientes de la masa madre para encontrar una formulación en la que los panes elaborados puedan desarrollar atributos sensoriales distintivos.

Se pueden elaborar otros tipos de panes usando el prefermento de pulque para analizar qué efectos tiene en presencia de otros tipos de ingredientes como mantequilla, frutos secos, aceite, mayor o menor hidratación de la masa, etc.

Finalmente, se recomienda que para el análisis sensorial se use una población en la que su consumo de pan de masa madre sea mayor para que su análisis tenga un mejor enfoque.

9. Referencias

1. Alemán Torres, M. A. (2021). Usos rituales del pulque en el siglo xxi. In *Memorias del 7º Congreso Nacional del Maguey y el Pulque* (1st ed., p. 64). Miguel Ángel Aleman Torres.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68277095/Memorias_7mo_Congreso_Maguey_y_Pulque-libre.pdf?1627072830=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMemorias_del_7mo_Congreso_Nacional_del_M.pdf&Expires=1756920415&Signature=c7DmQycyoK814tY9vzfT-BJp
2. Alvarez Rios, G. D., Rivero Urbina, C. J., & Casas, A. (2020, 8 21). sistemas de manejo de maguey pulquero en México. *Etnobiología*, 18(2), 3-23.
<https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/377>
3. Antoja Giralt, F. J. (2015). *Sourdough*. Montagud.
4. Anzaldúa Morales, A. (2019). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia.
5. Aragón Parada, J. (2024, 12). Domesticación incipiente del cuishe (agave karwinskii zucc.) en Oaxaca. *Relatos Botánicos*, 25. 10.13140/RG.2.2.14322.21443
6. Asencios Tarazona, V. (2021). *Análisis Sensorial de Alimentos*. Amazon Digital Services LLC - KDP Print US.
7. Astudillo Melgar, F. (2023, 11). Análisis de la diversidad microbiana y su inferencia funcional durante el proceso de fermentación del pulque para la propuesta de una microbiota central de esta bebida. DGB UNAM.
<https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/57963342-f08a-4420-a020-15ff8557921e/content>
8. Badui Dergal, S. (2012). La ciencia de los alimentos en la práctica (J. L. Curiel Monteagudo, Ed.). Pearson Educación.
9. Barcelona Culinary Hub. (2025, 2 12). *¿Cuáles son los mejores tipos de pre fermento para una panadería artesanal?* Barcelona Culinary Hub.
<https://www.barcelonaculinaryhub.com/blog/cuales-son-los-mejores-tipos-de-prefermento-para-una-panaderia-artesanal>
10. Barriga, X. (2018). *Pan (edición actualizada 2018) / Bread. 2018 Updated Edition* (12th ed.). PRH Grupo Editorial.

11. Calderón García, C., Ponce Alquicira, E., & Ruiz Ramírez, Y. (2024, 1 24). El pulque: un regalo de los dioses. *Ibio*, 6(1), 2. <https://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/155/167>
12. Carchi Ramon, A. G. (2018). Propuesta de elaboración de bebidas energéticas naturales de autor a base de pulque, frutos del bosque y hortalizas. UCUENCA. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/62007079-0079-43d5-9ac3-151ec05b9ca9>
13. Carrasquero Ferrer, S., Salvatierra Castro, C., Caguana Parrales, I., & Barragán Ortega, A. (2025, Julio). Aprendizaje experiencial de la fermentación láctica a través de la producción de yogur mediante el método semidirecto. *Revista Conrado*, 21(105), 6-13. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4518>
14. Campo Barrera, O. I., & Hincapié Llanos, G. A. (2023, Junio). Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Mutis*, 13(1). <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/Factores-determinan-propiedades-fisicoquimicas-miel-abejas-revision-sistematica-literatura/1915>
15. Cordova Garcia, M. J., Solorzano Cevallos, J. M., Moreira Mendoza, C. A., Latorre Castro, G. B. (2022, 11 7). Cinética de fermentación acética utilizando *Acetobacter Aceti* como agente biológico. *INGENIAR*, 5(10), 81 - 94. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/93>
16. Cruz Romero, L., San Juan García, C. A., & Montoya Buelna, M. (2025, Marzo 10). ¿El gluten es el enemigo? *Redicye*, 3(1). <https://upeg.edu.mx/redicye/jsredicye/index.php/redicye/article/view/51>
17. Ediciones, L. (2021). *El Pequeño Larousse Gastronomique En Español*. Ediciones Larousse (MX).
18. Flores Rodriguez, E., & Miranda Lopez, R. (2023, julio 17). Caracterización fisicoquímica y sensorial del pulque producido en la zona sur del estado de Guanajuato. *Investigación*, 8(1), 363-368. <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/49>
19. Galindo Hernandez, M. Y., Gonzalez Garcia, M. G., & Flores Hernandez, E. N. (2025, septiembre 26). Elaboración de panes de masa madre con harinas

- alternativas. RELITEC'S, 1(8), 53 - 62.
<https://relitecs.iteshu.edu.mx/descargables/ediciones/2025/07.pdf>
20. Garcia Chaviano, M. E., Armenteros Rodriguez, E., Escobar Alvarez, M. d. C., Garcia Chaviano, J. A., Mendez Martinez, J., & Ramos Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Medica*, 44(1).
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=115174>
21. García Hernán, D. (2022, 08 30). La autoridad novohispana y la «diabólica bebida» del pulque en tiempos de Carlos II. *Hipogrifo. Revista de literatura y cultura del Siglo de Oro*, 10(2), 458.
<http://dx.doi.org/10.13035/H.2022.10.02.29>
22. Giorilli, P. (2021). *La fermentación lenta*. Editorial Anagrama.
23. Hamelman, J. (2013). *El pan : manual de técnicas y recetas de panadería*. Libros con Miga.
24. Hernandez carnalla, L., Solano Baez, J. E., Vargas de la Rosa, G., Marin Flores, A., Tirado Cruz, V. (2025, Septiembre 5). De la bebida ancestral a dulce nutritivo: elaboración de gomitas de pulque. *RD-ICUAP*, (32), 238-245.
<https://rdicuap.buap.mx/index.php/rdicuap/article/view/1585>
25. Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
26. Higuera-Orbe, C. L., García-Barrón, S. E., & Moreno-Vilet, L. (2025, 01 21). La importancia del maguey pulquero (Agave salmiana) en la alimentación y soberanía alimentaria. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia y sociedad*, 3(1), 236.
<https://revistaenfoques.ciatej.mx/index.php/revistaenfoques/article/view/64>
27. Hrdalo, J., Florentin, J., Schiaffi, A., Portillo Olvera, B., Santos, C., & Zamora, E. (2020). *Asepcia*. Repositorio Hipermedial UNR.
<https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/c8f9c431-1edc-40f0-9fbd-0d577ba53a64/content>
28. Kayser, E. (2023). *Larousse del Pan*. Ediciones Larousse (MX).
29. Lamas Perez, Y., De Armas Martinez, A. C., Albornas Carvajal, Y., Gonzalez Suarez, E. (2023, 8 9). Análisis preliminar de la fermentación alcohólica utilizando mezclas de jugo de los filtros, miel final y meladura. *Centro Azúcar*,

50(3).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612023000300035&script=sci_arttext&tlng=en

30. Lanio, J.-M., Marie, T., & Mitailé, P. (2019). *El gran libro de la panadería : panes-bollería-tradiciones* (E. Gallegos Mora, Trans.). Ediciones Akal.
31. López Dominguez, Y. G., Gonzalez Juarez, N., Altamirano Medina, N. P., Cano Gomez, C. I., & Wong Paz, J. E. (2025). Evaluación del potencial de la masa madre a base de harina de chícharo para la elaboración de un producto de panificación tipo hogaza. *Biociencias*, 12. https://www.researchgate.net/profile/Christian-Cano-Gomez/publication/395095172_Evaluacion_del_potencial_de_la_masa_madre_a_base_de_harina_de_chicharo_para_la_elaboracion_de_un_producto_de_panificacion_tipo_hogaza/links/69850829ca66ef6ab9909c34/Evaluacion-
32. Martinez Perez, D. (2025). Cuando el pan, volvió a ser pan. Nostalgia y afectividad en el consumo del 'pan de masa madre'. *Ensamblajes*, 2(1), 91-110. <https://doi.org/10.71405/ensamblajes/2025/v2.1.12>
33. Martínez Santiago, J. L. (2024, Octubre 11). *El consumo de pulque en jóvenes dentro del Centro Histórico de la Ciudad de México en un contexto de consumo moderno*. Repositorio UAM. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/34a75301-937c-41a6-994c-1d08ec8ded02/51809.pdf>
34. Matias Luis, G., Peña Caballero, V., Reyna Gonzalez, W., Dominguez Diaz, L. R., & Martinez Hernandez, J. (2019, Diciembre). Valor nutricional y medicinal del pulque. *Journal of negative and positive results*, 4(12), 1291-1303. 10.19230/jonnpr.3148
35. Medina Mendoza, C., Roldan Cruz, E. I., & Vazquez Jahuey, M. (2023, 02 02). Physicochemical, microbiological and organoleptic characterization of aguamiel and pulque from Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 19(4), 448-462. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1412>
36. Merino Sanz, J. C. (2022, septiembre). Probióticos, prebióticos y simbióticos: eficaces y seguros. *El Farmacéutico*, (613), 32 - 37. <https://www.elfarmaceutico.es/uploads/s1/15/03/86/ef-613-te-interesa-probioticos.pdf>

37. Mogollan Jaramillo, M. (2021). La vida armónica. El maguey y el pulque. In *7mo congreso nacional del maguey y el pulque* (Primera edicion ed., p. 142). Miguel Ángel Alemán Torres.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68449703/Memorias_7_CongresoMagueyPulque-libre.pdf?1627794819=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMemorias_del_7_Congreso_del_Maguey_y_el.pdf&Expires=1756490750&Signature=MMx8FWebd5fmapJrgVlbV6filNvQ0Mpr
38. Muñoz Zurita, R. (2012). Larousse Diccionario Enciclopédico de la Gastronomía Mexicana. Larousse.
39. Ortiz Ceballos, A. I., & Lara Gonzalez, R. (2025, 7 12). El maguey pulquero: un viaje desde el pasado. *Pregones de la ciencia, Por una cultura científica y artística común*, 1(6), 17.
<https://pregonesdeciencia.uv.mx/index.php/pregones/article/view/380>
40. Parra Matute, J. E. (2026, Marzo 6). Elaboración de pan masa madre a partir de prefermentos de piña (Ananas comosus), manzana (Malus domestica) y uva (Vitis vinifera). Universidad de Cuenca.
<https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fa64ab63-a910-45d9-a3cc-5379d77c56a1/content>
41. Pérez Lizaur, A. B., & Palacios González, B. (2014). Sistema mexicano de alimentos equivalentes (4th ed.). Fomento de nutrición y salud.
<https://fisiologia.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2019/02/2-Valoraci%C3%B3n-nutricional-Anexos.pdf>
42. Quintero Alvarez, R. S. (2022, 09 12). *Aplicación de técnicas de panadería utilizando pre fermentos naturales con base en Tropaeolum tuberosum (mashua), Oxalis tuberosa (oca), Chenopodium quinoa (quinua) y Opuntia ficus-indica (tuna) para la elaboración de panes artesanales*. UCUENCA.
<https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/defc65d6-1be9-4fc4-81a9-548220670059/content>
43. Portales Pino, S. (2020). Calidad Microbiológica del Pan: Bacillus cereus. Universidad de Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42184/TFG-M-N2026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Ramírez Rodríguez, R. (2024). *Mayahuel no es la diosa del maguey*. Relatos e Historias de México. Retrieved 08 29, 2025, from <https://relatosehistorias.mx/nuestras-historias/mayahuel-no-es-la-diosa-del-maguey>

45. Roldan Cruz, E. I., Bernardino Nicanor, A., Gonzalez Cruz, L., & Porras Saavedra, J. (2024). *Experiencias del Tecnológico Nacional de México y sus aliados estratégicos en el sector agroalimentario* (Primera ed.). Enid Carrillo. https://www.researchgate.net/profile/Leopoldo-Gonzalez-Cruz/publication/385352931_Experiencia_de_vinculacion_triunfadoras_de_San_Mateo_Tlajomulco-ITCelaya-CEH/links/672191f3db208342dedb8623/Experiencia-de-vinculacion-triunfadoras-de-San-Mateo-Tlajomulco-IT
46. Romero Isaza, S. P., Suarez Quiroz, M., Gonzáles Ríos, O., Hernández Estrada, Z. J., & Figueroa Hernández, C. Y. (2025, Abril). Potencial de las levaduras autóctonas del café como cultivos iniciadores para el proceso de fermentación de masa madre. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, (142), 82-94. <https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/571>
47. San Miguel, C. C. (2022, Enero). Factores fisiológicos, biológicos y psicológicos asociados a las diferencias inter-individuales en la percepción del aroma y en la aceptabilidad del vino por los consumidores. Universidad Autónoma de Madrid. <https://repositorio.uam.es/bitstreams/80fcb691-5a66-4645-9e4c-b3e5b8504f26/download>
48. Serrano Barquin, C., Ruiz Serrano, M., & Blas Yañez, S. (2025, julio 10). Maguey y pulque: patrimonio cultural en Jiquipilco, Estado de México. *El periplo sustentable*, (49), 8 - 24. <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/25925>
49. Solis Santacruz, J. M., & Hernandez Monjaraz, G. P. (2025, 06 14). La Ciencia del Bolillo. Fermentación y Textura Perfecta. *IECC MEXICO*, 2(2), 84-93. <https://ieccmexicoreview.com/index.php/home/article/view/7>
50. Vega Manzo, R. A., & Rosales Dubón, F. (2023). Requerimientos de calidad de caña: una revisión a la definición de calidad de materia prima industrial. *cengicaña*. https://www.researchgate.net/profile/Raisa-Vega/publication/372884994_REQUERIMIENTOS_DE_CALIDAD_DE_CANA_UNA_REVISION_A_LA_DEFINICION_DE_CALIDAD_DE_MATERIA_PRIMA_INDUSTRIAL/links/64cbf315d394182ab3a12e08/REQUERIMIENTOS-DE-CALIDAD-DE-CANA-UNA-REVISION-A-LA-D

51. Velásquez Cigarroa, E., & Sánchez Carrasco, M. J. (2021). *Sociedad, permacultura y agricultura sustentable Hacia una educación y cultura ambiental*. Universidad Autónoma de Chapingo. https://www.researchgate.net/profile/Natividad-Martinez-4/publication/356193829_Observaciones_del_ciclo_de_vida_de_Callophrys_xami_en_crasulaceas_de_la_Universidad_Autonoma_Chapingo/links/6191712607be5f31b781baa5/Observaciones-del-ciclo-de-vida-de-Callophr
52. Vera Morales, J. M., Vargas Hernandez, M., & Amaya Cruz, D. M. (2024, 1 29). Aguamiel y pulque: más que bebidas tradicionales. *Perspectivas de la ciencia y la tecnología*, 7(12), 40-51. 10.61820/pct.v7i12.1117.
53. Yarza, I. (2023). Pan casero: recetas, técnicas y trucos para hacer pan en casa de manera sencilla. Larousse.

10. Anexos

Cuestionario de tesis

Pan hogaza hecho con masa madre a base de pulque.

- 1) ¿Cuál es su edad?
 - a) 18-25
 - b) 26-35
 - c) 36-45
 - d) 46-55
 - e) 56-65
 - f) 66 o más
- 2) Género
 - a) Masculino
 - b) Femenino
- 3) ¿Ha probado el pulque?
 - a) Si
 - b) No
- 4) ¿Qué le parece el sabor del pulque?
 - a) Bueno
 - b) Regular
 - c) Malo
- 5) ¿Ha probado algún alimento elaborado a base de pulque?
 - a) Si
 - b) No
- 6) ¿Sabe cuál es la masa madre?
 - a) Si
 - b) No
- 7) ¿Ha probado el pan tipo hogaza elaborado con masa madre?
 - a) Si
 - b) No
- 8) ¿Con qué frecuencia consume pan a la semana?
 - a) 1 a 2 veces a la semana
 - b) 3 a 4 veces a la semana
 - c) 5 o más veces a la semana
- 9) ¿Cual es la cualidad que más le gusta en un pan?
 - a) Sabor
 - b) Aroma
 - c) Corteza
 - d) Miga
- 10) ¿Conoce los beneficios del pan de masa madre?
 - a) Si
 - b) No

Ilustraciones



Ilustración 3: Masa madre de pulque y miel día 1



Ilustración 4: Masa madre de pulque día 1

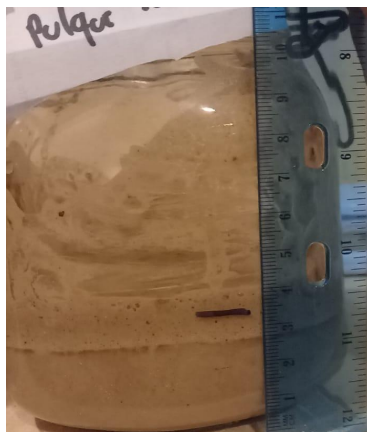


Ilustración 5: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 1

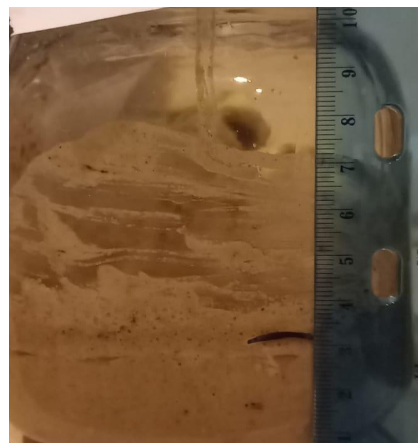


Ilustración 6: Crecimiento de masa madre de pulque día 1

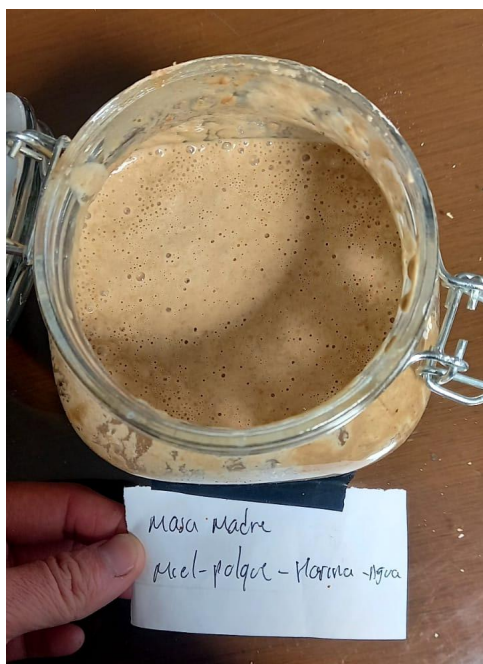


Ilustración 7: Masa madre de pulque y miel día 2



Ilustración 8: Masa madre de pulque día 2

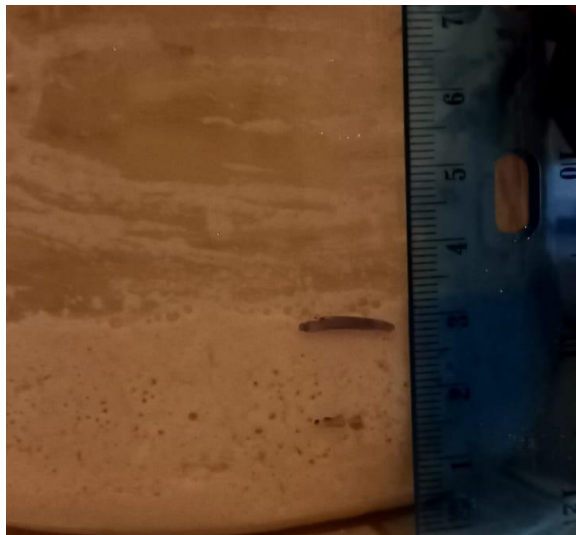


Ilustración 9: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 2

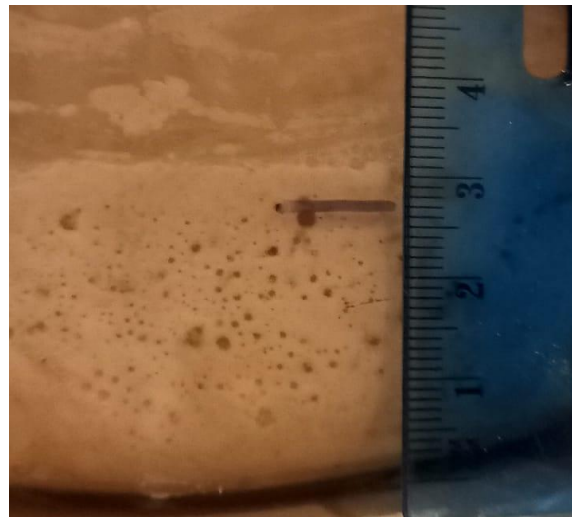


Ilustración 10: Crecimiento de masa madre de pulque día 2



Ilustración 11: Masa madre de pulque y miel día 3



Ilustración 12: Masa madre de pulque día 3

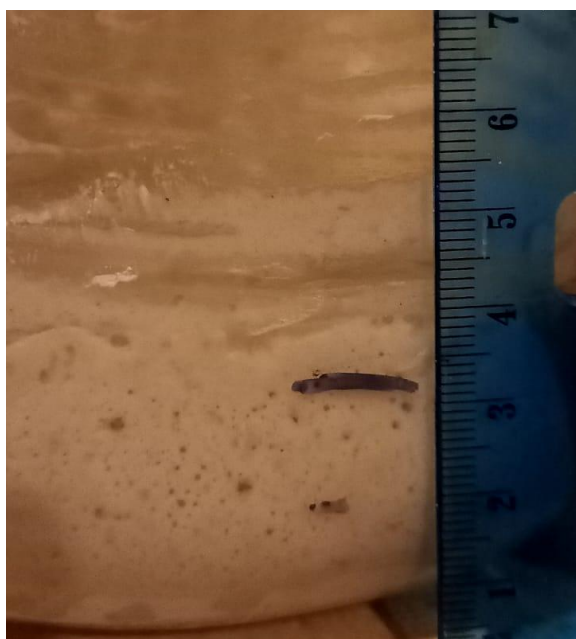


Ilustración 13: Crecimiento de masa madre de pulque y miel día 3

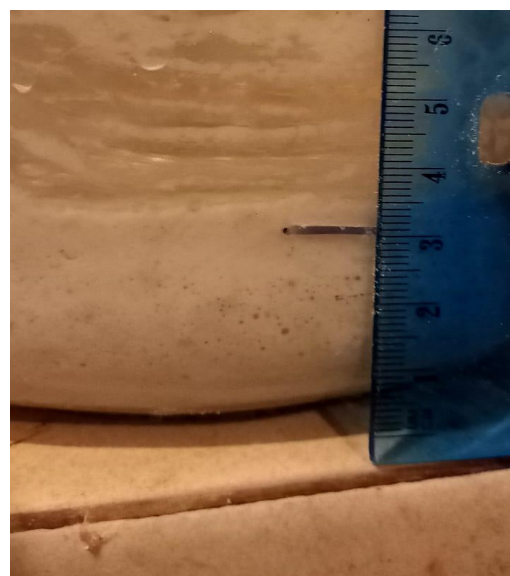


Ilustración 14: Crecimiento de masa madre de pulque día 3



Ilustración 15: Cantidad de harina utilizada en la elaboración del pan



Ilustración 16: Cantidad de agua utilizada en la elaboración del pa

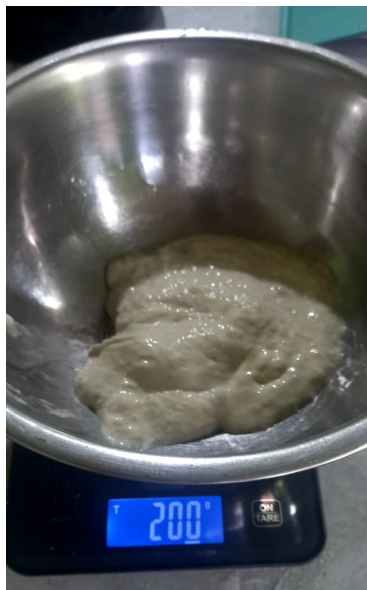


Ilustración 17: Masa madre de pulque y miel



Ilustración 18: Masa madre de pulque

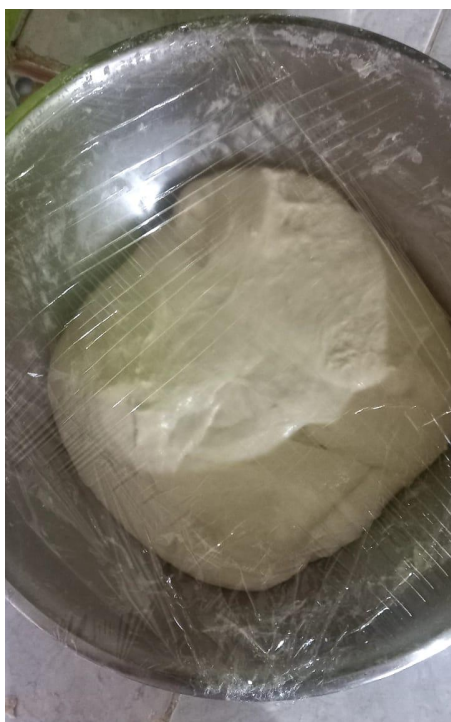


Ilustración 19: Primer reposo de la masa hecha con prefermento de pulque y miel



Ilustración 20: Primer reposo de la masa hecha con prefermento de pulque



Ilustración 21: Masa hecha con prefermento de pulque y miel antes del segundo reposo



Ilustración 22: Masa hecha con prefermento de pulque antes del segundo reposo



Ilustración 23: Masa para pan hogaza después de la segunda fermentación



Ilustración 24: Masa para pan hogaza antes de entrar al horno



Ilustración 25: Horneado del pan



Ilustración 26: Pan hogaza de masa madre de pulque (Izquierda) y pan hogaza de masa madre de pulque y miel (derecha) vista superior



Ilustración 27: Pan hogaza de masa madre de pulque (derecha) y pan hogaza de masa madre de pulque y miel (izquierda) vista frontal

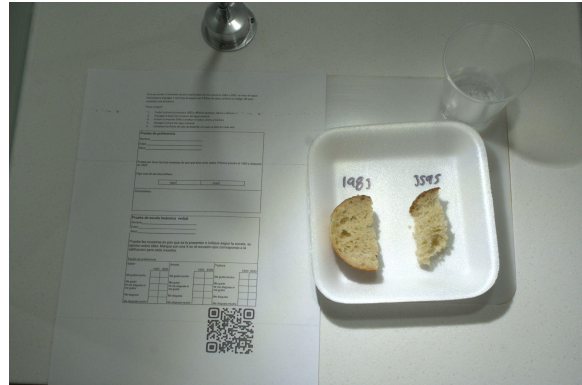


Ilustración 28: Aplicación de las pruebas sensoriales 1

Prueba de preferencia

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Pruebe por favor las dos muestras de pan que tiene ante usted. Primero pruebe la 1983 y después de 3595

Diga cual de las dos prefiere.

1983	3595
------	------

Comentarios:

Ilustración 29 Ficha de preferencia

Prueba de escala hedónica verbal

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Pruebe las muestras de pan que se le presentan e indique según la escala, su opinión sobre ellas. Marque con una X en el recuadro que corresponda a la calificación para cada muestra.

Escala de preferencia

Sabor		Aroma		Textura	
	1983	3595		1983	3595
Me gusta mucho			Me gusta mucho		
Me gusta			Me gusta		
Ni me disgusta ni me gusta			Ni me disgusta ni me gusta		
Me disgusta			Me disgusta		
Me disgusta mucho			Me disgusta mucho		

Ilustración 30 Ficha de escala hedónica



Ilustración 31: Aplicación de las pruebas sensoriales 2



Ilustración 32: Aplicación de las pruebas sensoriales 3



Ilustración 33: Aplicación de las pruebas sensoriales 4



Ilustración 34: Aplicación de las pruebas sensoriales 5



Ilustración 35: Aplicación de las pruebas sensoriales 6



Ilustración 36: Aplicación de las pruebas sensoriales 7



Ilustración 37: Aplicación de las pruebas sensoriales 8



Ilustración 38: Aplicación de las pruebas sensoriales 9

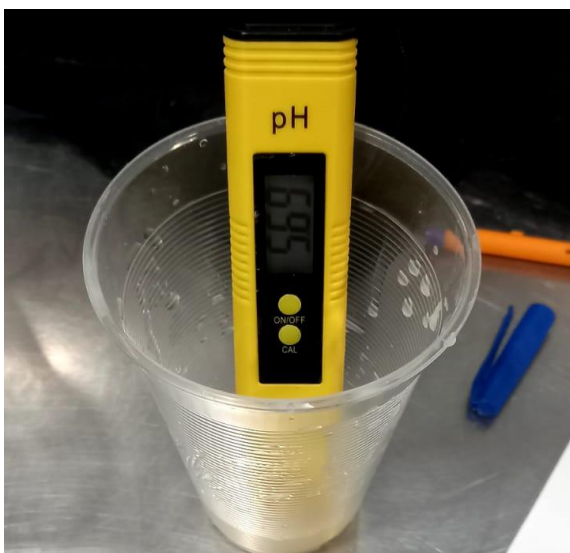


Ilustración 39: Medición de pH de hogaza con pulque



Ilustración 40: Medición de pH de hogaza con pulque

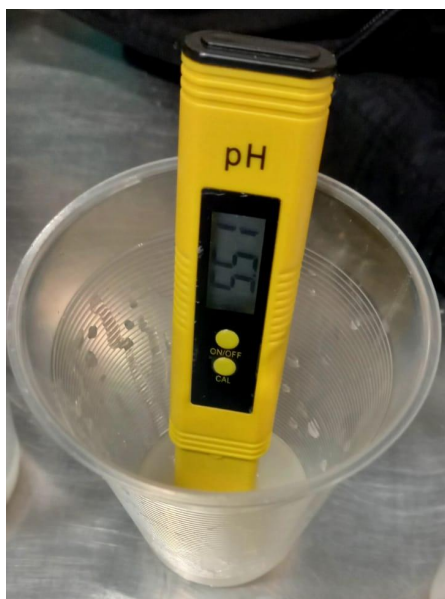


Ilustración 41: Medición de pH de hogaza con pulque y miel



Ilustración 42: Medición de pH de hogaza con pulque y miel 2



Ilustración 43: Medición de pH de hogaza natural

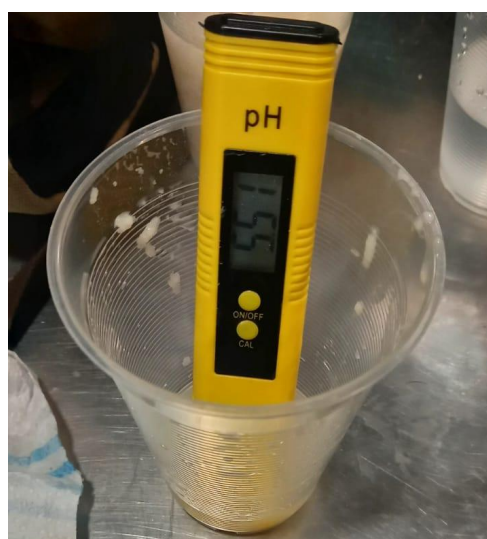


Ilustración 44: Medición de pH de hogaza natural 2



Ilustración 45: Medición de pH de prefermento de pulque y miel

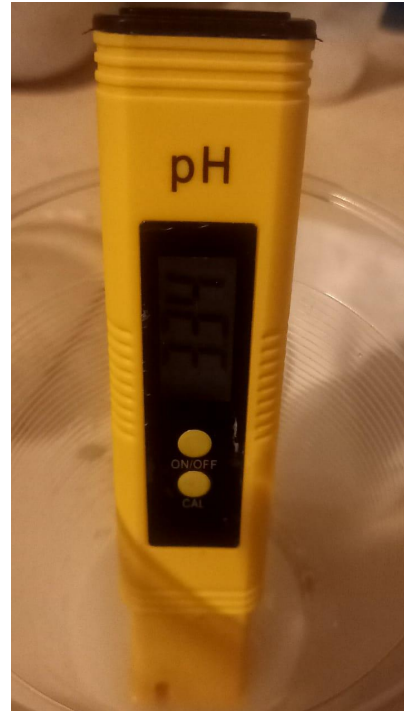


Ilustración 46: Medición de pH de prefermento de pulque



Ilustración 47: Medición de pH de prefermento natural