



**Benemérita  
Universidad Autónoma de Puebla**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“Queso madurado con fermento de pulque  
en la zona de Esperanza, Puebla”**

**TESIS PROFESIONAL**

**Para obtener el Título de:  
Licenciatura en Ingeniería en Alimentos**

**Presenta:**

**PERLA ZAFIRO BERRIEL SABINAS**

**Director y asesor de Tesis:  
Dr. SERGIO JUAREZ DEL CARMEN**

**Puebla, Pue.  
Marzo, 2021**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico el presente trabajo a mis seres queridos, quienes son mis pilares para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, esto que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo he podido desarrollar.

A mis padres María Guadalupe Sabinas Alonso y Roberto Berriel Palestino que son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que soy, por su constante apoyo y motivación.

A mis hermanos Sara Concepción Berriel Sabinas, Roberto Berriel Sabinas y Martha Esmeralda Berriel Sabinas por confiar siempre en mí y animarme a nunca rendirme.

Sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo.

A mis personas cercanas por apoyarme en las muestras que se realizador de prueba para llegar al producto final.

Y por último le agradezco al profesor Sergio Juárez por ayudarme, con su orientación y siempre estarme motivando para seguir adelante buscando nuevas técnicas de aprendizaje

# Índice

ABREVIATURAS	7
RESUMEN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACION	10
3. OBJETIVO	11
3.1. Objetivo general	11
3.2. Objetivo especifico	11
4. HIPOTESIS	12
5. MARCO TEORICO	13
5.1. LECHE	13
5.1.1. Definición de la leche	13
5.1.2. Importancia socioeconómica	14
5.1.3. Composición de la leche	17
5.1.4. Características fisicoquímicas de la leche	19
5.1.5. Características organolépticas	20
5.1.6. Microorganismos presentes en la leche	20
5.1.6.1. Grupos principales de microorganismos	20
5.1.6.2. Mayores productores	21
5.1.7. Especies de producción de leche	23
5.2. QUESO	24
5.2.1 Definición de queso	24
5.2.2. Importancia socioeconómica	24
5.2.3. Composición del queso	24
5.2.4. Pasteurización	25
5.2.5. Clasificación de quesos	25
5.2.6. Coagulación y sinéresis	27
5.2.7. Queso maduro	28
5.2.8. Cultivo láctico	29
5.2.9. Fermentos mesófilos y termófilos	30
5.3. PULQUE	32
5.3.1. Definición de pulque	32

5.3.2.	Historia del pulque	33
5.3.3.	Pulquería	33
5.3.4.	Proceso de elaboración	33
5.3.4.1.	Proceso de fermentación del pulque	34
5.1.5.	Composición química	34
5.1.6.	Características de los microorganismos del aguamiel y pulque	35
5.2.	EVALUACIÓN SENSORIAL	36
5.4.1.	Definición de evaluación sensorial	36
5.4.2.	Importancia del análisis sensorial en los alimentos	36
5.4.3.	Características sensoriales	37
5.4.4.	Desarrollo de perfil sensorial	37
5.2.5.	Análisis descriptivo cuantitativo	38
5.2.6.	Dominio temporal de las sensaciones	39
5.2.7.	Prueba de consumo	40
5.2.8.	Mapa de preferencia	40
5.2.9.	Color en bebidas	40
6.	METODOLOGIA	44
6.1.	Tipo de investigación	44
6.1.	Características de la materia prima	44
6.2.1.	Pruebas fisicoquímicas	44
6.2.2.	Características organolépticas	44
6.2.3.	Acidez titulable	44
6.2.4.	Microorganismos presentes en l leche y pulque	44
6.1.5.	Elaboración de queso	45
6.2.	Diagrama del proceso	46
6.3.	Análisis microbiológicos.	47
6.4.	Rendimiento determinado.	47
6.5.	Análisis estadístico	48
6.7.	Análisis sensorial	48
6.8.	Análisis físico-químicos	48
7.	RESULTADOS	49
7.1.	Características fisicoquímicas de las materias primas	49
7.1.1.	Leche	49

7.1.2. Pulque	49
7.1.3. Material Biológico utilizado	50
7.2. Rendimiento en la elaboración del queso maduro con fermento de pulque	51
7.3. Análisis sensorial del queso maduro con fermento de pulque.	51
Grafica 2. Evaluación sensorial del color	53
Grafica 3. evaluación sensorial del Olor	54
Grafica 4. evaluación sensorial de la textura.	54
Grafica 5. evaluación sensorial del sabor	55
7.4 Vida útil del producto terminado	55
8. CONCLUSIONES	56
9. ANEXO	57
Anexo 1. Proceso de elaboración del queso.	57
Anexo 2. Maduración del queso en pulque	58
Anexo 3. Formato del análisis sensorial de los quesos madurados con pulque joven y pulque viejo.	60
10. BIBLIOGRAFIA	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Características fisicoquímicas de o físicas de la leche.....</i>	14
<i>Tabla 2. Producción nacional de leche bovina 2012-2018 (miles de litros).....</i>	14
<i>Tabla 3. Producción acumulada mensual de leche de bovino 2011-2019.....</i>	14
<i>Tabla 4. Producción anual de leche por entidad federativa.....</i>	16
<i>Tabla 5. Calidad de la leche mediante la densidad. ....</i>	19
<i>Tabla 6. Microorganismos indeseables en la leche.....</i>	20
<i>Tabla 7. Productividad de leche de bovino en países seleccionados (tonelada /cabeza).....</i>	22
<i>Tabla 8. Características de los quesos maduros.....</i>	28
<i>Tabla 9. Especies de bacterias lácticas ocupadas en quesos.....</i>	30
<i>Tabla 10. Composición del suero lácteo.....</i>	32
<i>Tabla 11. La composición del suero.....</i>	32
<i>Tabla 12. Composición química del pulque y el aguamiel.....</i>	35
<i>Tabla 13. Temperatura para alcanzar el tipo de luz. ....</i>	41
<i>Tabla 14. Pasteurización lenta. ....</i>	45
<i>Tabla 15. Resultados promedio de pruebas físico químicas en la leche cruda. ....</i>	48
<i>Tabla 16. Características fisicoquímicas de tres proveedores de leche de la región. ....</i>	49
<i>Tabla 17. Características fisicoquímicas del pulque.....</i>	50

<i>Tabla 18. Rendimiento terminado del queso maduro con dos fermentos de pulque.</i>	51
<i>Tabla 19. Código para la prueba.</i>	52
<i>Tabla 20. Resultado del análisis sensorial.</i>	52

## **INDICE DE IMÁGENES**

<i>Imagen 1. Brotes recientes de patógenos relacionados con consumo de leche cruda (LC)</i>	21
<i>Imagen 2. Producción de leche por especie.</i>	23
<i>Imagen 3. Proceso de elaboración del pulque.</i>	34
<i>Imagen 4. Espectro electromagnético remarcando la franja (espectro visible) al que es sensible el ojo humano.</i>	41
<i>Imagen 5. Atributos perceptuales básicos de color</i>	42
<i>Imagen 6. Esquema de las partes más importantes de un espectrofotómetro.</i>	43
<i>Imagen 7. Diagrama de flujo de proceso de elaboración.</i>	46
<i>Imagen 8. Cepa1</i>	50
<i>Imagen 9. Cepa2</i>	51
<i>Imagen 10. Vida útil del queso</i>	55

## **INDICE DE GRAFICAS**

<i>Grafica 1. Producción mensual de leche de bovino 2011-2019 (millones de litros)</i>	16
<i>Grafica 2. Evaluación sensorial del color.</i>	53
<i>Grafica 3. evaluación sensorial del Olor</i>	54
<i>Grafica 4. evaluación sensorial de la textura.</i>	54
<i>Grafica 5. evaluación sensorial del sabor.</i>	55

## **INDICE DE ANEXOS**

<i>Anexo 1. Proceso de elaboración del queso.</i>	57
<i>Anexo 2. Maduración del queso en pulque</i>	58
<i>Anexo 3. Formato del análisis sensorial de los quesos madurados con pulque joven y pulque viejo.</i>	60

## ABREVIATURAS

ppm	Partes por millón
Ufc	Unidades formadoras de colonia
mL	Mililitro
L	Litro
$\mu$ L	Micro litro
Kg	Kilogramo
g	Gramo
$^{\circ}$ C	Grado centígrado
m	Metro
mm	Milímetro
$\mu$ m	Micrómetro
pH	Grado de acidez o alcalinidad
R	Rendimiento (%)
mT	Masa total obtenida
V	Volumen
MP	Materia prima
$^{\circ}$ D	Domic

## RESUMEN

El queso es un alimento rico en proteínas, grasas, minerales y vitaminas en la ingesta de alimentos.

Los quesos maduros, a diferencia de los frescos, tiene una mayor concentración de caseína, grasas y sales.

En esta investigación se evalúa el análisis sensorial de un queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza, Puebla. Ocupando el pulque en distintas etapas de la fermentación buscando una mayor aceptación para el consumidor.

Haciéndose un análisis físico químicas y organolépticas de las leches y los pulques de esta región, determinado cuales tienen mayores beneficios para ofrecer un producto de calidad.

Determinando cuál de los quesos tiene mejor aceptación ya que es un producto nuevo en el mercado, evaluando; apariencia, olor, aroma, textura y sabor del queso. Determinando de este modo en que proceso de fermentación ocupar el pulque para tener un queso con mayor aceptabilidad para el consumidor.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la población de Esperanza Puebla y comunidades aledañas, se tiene una gran producción de alimentos lácteos. La creación de estos productos tiene muchas deficiencias, ya que no cuentan con las maquinarias, infraestructura e inocuidad correspondiente, lo cual tiene repercusiones con sus productos terminados, donde se encuentran muchas deficiencias, no garantizando un producto de calidad para el consumidor.

Lo que se busca con el queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla, es darle al consumidor un queso que te garantice un producto libre de microorganismos patógenos, ocupando una bebida que se realiza de forma artesanal, ocupando los beneficios que el pulque nos aporta por su alto contenido de lactobacilos.

Determinando la etapa óptima para que el queso tenga las características organolépticas y sensoriales que sea grato para el consumidor con un sabor característico del pulque sin que pierda sus propiedades.

## 2. JUSTIFICACION

México es un país con diversas tradiciones, donde los productos lácteos y fermentados forman parte de ella. El pulque es una bebida que se consume en la meseta central y se ha mantenido a lo largo del tiempo, aunque su consumo en los últimos años disminuyó. Es una bebida muy tradicional de la región el nivel de aceptabilidad es desconocido.

El pulque es una bebida de consumo popular ya que es elaborada de manera artesanal y es comercializada por toda la república en pulquerías como una bebida amarga, pero que quita la sed.

Los microorganismos presentes en el pulque contienen propiedades probióticas de esta bebida, existiendo diversos estudios acerca de cómo se comportan (Cervantes y Pedraza, 2007, Tovar, et al. 2008, Campos, 2010, Cova, 2010, Torres, 2010, y Gómez- Aldapa, et al. 2011). En México no se han realizado estudios de los análisis sensoriales del pulque.

La elaboración de productos lácteos y fermentados es una actividad importante en la industria de los alimentos comprometiendo la producción tradicional de quesos. La producción de quesos tradicionales tiene una potencia económica a nivel nacional, sobre todo en los sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) (cervantes et al.2001). este tipo de productos subsisten en los límites ya que es poco estables, poco seguros o duraderos porque su entorno económico es nada favorable, no obstante, destaca su participación en cadenas agroalimentarias, previendo la materia prima o la transformación de la leche producida (cervantes et al.2001). el estudio y características sensoriales de los quesos tradicionales, propios de cada región es importante su conocimiento, competitividad en el mercado local y su consumo a nivel nacional e internacional.

Las producciones de queso tradicional en México son mantenidos en pequeñas y medianas empresas y éstas son localizadas en las zonas rurales. Uno de los problemas a los que se enfrenta la industria quesera es el rechazo y falta de competitividad porque no saben las ventajas de estos productos, sus componentes microbiológicos o fisicoquímicos (Rodríguez, 2004).

### 3. OBJETIVO

#### 3.1. Objetivo general

Elaboración de un queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza, Puebla. Con fin de crear un nuevo producto ocupando los recursos de la región.

#### 3.2. Objetivo específico

- Seleccionar, valorar y estandarizar las materias primas que son ocupadas para la producción de queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza, Puebla.
- Evaluar las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado
- Estandarizar el queso maduro con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla, ocupando fermento joven y viejo.
- Aceptación del producto terminado en la comunidad de Esperanza Puebla.

## 4. HIPOTESIS

Las características sensoriales del queso maduro con fermento de pulque cambian en función de los distintos fermentos ocupados en el momento de su elaboración y/o venta; siendo la textura y el sabor y olor los que presentan mayor diferencia en los grupos de atributos analizados.

## 5. MARCO TEORICO

### 5.1. LECHE

#### 5.1.1. Definición de la leche

La comisión de Codex alimentarius y el mixto FAO/OMS se define como: “secreción mamaria normal de animales lecheros o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o elaboración de productos lácteos: productos a partir de la adición de aditivos alimentarios, coadyuvantes de elaboración u otros ingredientes que son necesarios para su fabricación. (Codex alimentarius 2001).

Es un líquido segregado por las hembras de los mamíferos mediante las glándulas mamarias, con la finalidad de alimentar sus crías, en un determinado tiempo, debido a que tiene un alto valor nutricional, teniendo una proporción balanceada para su creía. (Grupo Industrial AISA, S.A, 2009).

La leche es un líquido blanco, con una viscosidad mayor a la del agua, opaco, un pH cercano al neutro y con un sabor dulce. La leche presenta tres fases;

- Solución (1 nm): lactosa y sales minerales
- Coloide: 1-1000 nm
  - \* Sol: caseína (130 nm), PS, FCC (2-3 nm)
  - \* Emulsión: glóbulos de grasa (0.2- 15  $\mu$ m)
- Suspensión: > 1000 nm enzimas, proteínas complejas en suero GG

Teniendo en cuenta la parte legal de la leche se define: “la leche, es el producto fresco de la ordeña completo de una o varias vacas sanas, con buenos alimentos, excepto de colesterol cumpliendo con características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”.

La leche es considerada un alimento completo en sus nutrientes concentrado en la naturaleza, por ser rico de proteínas (caseína). Entre las vitaminas contenidas esta: vitamina B12 (riboflavina) la B1 (tiamina), la vitamina A, D, E y K liposolubles. En los minerales presentes encontremos el calcio y el fosfato. Su consumo de grasa se debe a los triglicéridos. (Agudelo y bedoya et al, 2005)

Es importante conocer otras características como el peso específico, la temperatura de congelación la densidad, principalmente cuando se consideran los procesos térmicos (esterilización, pasteurización) o tratamientos físicos (transporte, homogenización) a los que esta pueda ser sometida. Sus principales características fisicoquímicas y físicas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de o físicas de la leche.

Características	Valor
Densidad	1.030 a 1.034
Calor específico	0.93
Punto de congelación	-0.55
PH	6.5 a 6.6
Acidez °D (Domic)	16 a 18
Índice de refracción a 20°C	1.35

Fuente: Veisseyre, 1988.

### 5.1.2. Importancia socioeconómica

La industria de productos lácteos se encuentra ubicada en la tercera actividad más relevante dentro de la industria de los alimentos, después de la industria del maíz y la industria de la carne.

La producción nacional de leche de bovino (tabla 2)

Tabla 2. Producción nacional de leche bovina 2012-2018 (miles de litros).

Años	Producción	Crecimiento anual (%)
2012	10880870	1.5
2013	10965632	0.8
2014	11129622	1.5
2015	11394663	2.4
2016	11608400	1.9
2017	11767556	1.4
2018	12008239	2.0

Fuente: servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), SAGARPA, enero- marzo 2019

Tabla 3. Producción acumulada mensual de leche de bovino 2011-2019.

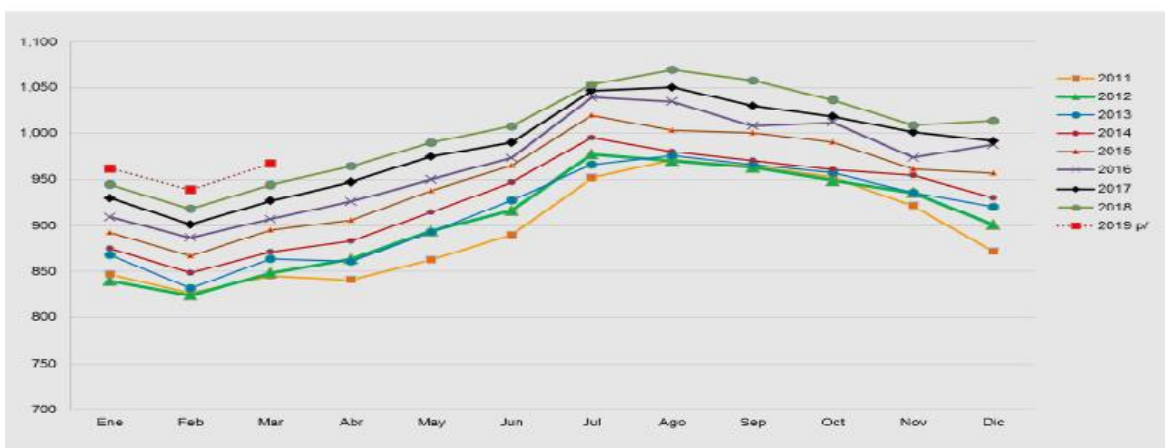
Mes	2012	2013	2014	2015
Total	10880870	10965632	11129921	11394663
Enero	839474	868179	875046	892746
Febrero	823862	831730	848510	867057

Marzo	848364	863556	871578	895419
Abril	863510	860998	883256	906204
Mayo	894448	892946	914975	938239
Junio	916531	928019	946998	964702
Julio	976949	965669	994785	1019368
Agosto	969387	975299	979622	1003405
Septiembre	962538	965445	970110	1000277
Octubre	948917	956881	960257	990230
Noviembre	935881	936182	954148	960774
Diciembre	901009	920728	930636	956242

Mes	2016	2017	2018	2019
Total	11607493	11807556	12008239	
Enero	909607	930146	944751	961425
Febrero	886937	901354	918658	939157
Marzo	907492	927279	944467	966633
Abril	926459	947207	963774	
Mayo	949834	974352	989729	
Junio	972823	989748	1007567	
Julio	1039282	1046711	1053390	
Agosto	1034567	1050014	1069583	
Septiembre	1007923	1030053	1057656	
Octubre	1011847	1018340	1036352	
Noviembre	973196	1001154	1008624	
Diciembre	987527	991199	1013685	

Fuente: servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), SAGARPA, enero- marzo 2019

Grafica 1. Producción mensual de leche de bovino 2011-2019 (millones de litros)



Fuente: servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), SAGARPA, enero- marzo 2019

Aunque en los presuntos años se tuvo un aumento significativo. Como se observa en la tabla 3 en veranos es mayor producción de leche que el resto del año, y por lo contrario en invierno suelen ser los meses más bajos en producción. Esto también puede ser influenciados por el clima, de la región.

Tabla 4. Producción anual de leche por entidad federativa.

Entidad Federativa	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total, Nacional	10880870	10965632	11129622	11394663	11608400	11767556	12008239
Aguascalientes	367599	374460	384293	394956	406874	432041	422881
Baja California	159231	157817	168817	169557	168995	175075	186139
Baja California S.	40566	39486	39560	30583	33774	33288	33185
Campeche	38424	38168	38472	42782	42708	42992	43898
Coahuila	1287918	1327471	1361619	1380539	1411959	1337493	1353017
Colima	35548	35316	36965	39012	39125	39508	40161
Chiapas	402727	404148	410738	423627	423965	425343	433738
Chihuahua	979502	980757	1007346	1034227	1051731	1095174	1128405
D.F	12678	14187	13400	12930	14029	14186	13092
Durango	1037913	1017020	1036137	1142047	1133982	1190198	1226362
Guanajuato	735616	713037	772558	796789	823444	822161	850063
Guerrero	88809	89953	83894	88103	89638	88326	86853
Hidalgo	364018	427717	413097	4117750	419902	418127	411703
Jalisco	2024966	2078203	2085859	2157002	2228482	2306316	2433017

México	469315	467972	460167	455283	448833	440268	429786
Michoacán	344810	336069	335685	328360	343622	340596	345484
Morelos	22421	21900	20115	20092	20245	20495	20628
Nayarit	55779	42627	39157	35459	37085	38091	37862
Nuevo león	38622	36835	33461	27743	24685	23388	23273
Oaxaca	147102	145285	148964	146197	147683	145337	147501
Puebla	422768	439055	443443	449000	448782	442688	445751
Querétaro	336644	341602	360908	364177	382692	385629	402317
Quintana Roo	6128	4567	4672	4809	4642	5226	5514
San Luis Potosí	125820	124331	127305	132154	138116	143572	150462
Sinaloa	102519	93645	101296	103486	106945	102431	101601
Sonora	110764	111375	108112	108639	116443	117147	113565
Tabasco	106960	101275	99599	99598	103269	105587	100894
Tamaulipas	28242	27680	21753	20267	18790	19126	20300
Tlaxcala	109952	102745	103241	98027	85761	85242	83368
Veracruz	715190	706981	693951	695762	702832	743182	723615
Yucatán	3009	2530	2584	3616	3008	2842	2797
Zacatecas	159310	161419	172455	172093	186357	186483	188004

Fuente: servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), SAGARPA, enero- marzo 2019

### 5.1.3. Composición de la leche

La constitución de la leche va a establecer la calidad nutricional, su valor de la materia prima para la elaboración de productos lácteos y muchas de sus propiedades. (Burgo et al 2003)

- Agua: Las sustancias en las proteínas se encuentran en estado sólido coloide, en las que se encuentra a la caseína y globulina que son hidrófobo o a la albumina que es liófilo. La lactosa y las sales minerales están en forma de solución. (Agudelo y Bedoya et al, 2005)
- Lactosa: los componentes de la leche que se encuentra en un porcentaje mayor (del 4,5 y 5,0%). Son encontrados en dos formas, en Alfa y Beta, teniendo propiedades diferentes de solubilidad y rotación óptica específica. La lactosa no tiene tanto poder edulcorante como otros azúcares (sacarosa, glucosa), su poder edulcorante es seis veces menor que la sacarosa. (Madrid A., 1999, Walstra et al2001).
- En la fermentación de la lactosa por bacterias lácticas en bajas condiciones

de temperatura en un determinado tiempo produce ácido láctico y otras sustancias, compuestos aromáticos y acético beneficioso para algunos quesos o butírico, causante de la hinchazón de los quesos (Keting. y Rodríguez et al, 1999).

- Grasa: El contenido de grasa en los productos lácteos (en bovinos) tiene importancia económica y nutricional. Las vacas Jersey producen leche con más grasa que las vacas Holstein. Los productos descremados tienen menor sólidos totales, energía y grasa (Zela, 2005). La grasa del queso depende del contenido original de grasa de la leche la cual fue ocupada. La Grasa, está en estado de suspensión, donde se forman miles de glóbulos de  $3\mu\text{m}$  a  $4\mu\text{m}$  de diámetro por término medio, con una diferencia de  $1\mu\text{m}$  a  $25\mu\text{m}$ . Cuando la leche está en reposo, los glóbulos ascienden formando nata. Los glóbulos se protegen por membranas, evitando ataques enzimáticos. La centrifugación separa la grasa de la leche obteniendo dos productos: la crema y leche descremada. En  $1\text{cm}^3$  de leche puede contener 3,000 a 4,000 millones de glóbulos de grasa.
- Proteína: Es un elemento químico importante en la leche, porque es imprescindible para los mamíferos que necesitan de la leche en las etapas de la vida y puede dividirse en dos grupos:
  - caseína: se halla la  $\alpha\text{S1}$ ,  $\alpha\text{S2}$ ,  $\beta$  y la kappa y proteínas del suero incorporando la lacto albúmina,  $\beta$  lacto globulina, sero-albúminas e inmunoglobulinas (ICTA, 1994). La kappa-caseína; conforma y retiene un mayor porcentaje de sólidos, formando una cuajada firme más densa; influyendo sobre el rendimiento de la leche en cuajada. (Trujillo y Noriega et al, 2001).
- Vitaminas: En la leche se encuentran vitaminas hidrosolubles (B1, B2, B6, B12, PP y C) y liposolubles (A, D, E y k) (Keting. y Rodríguez et al 1999), las vitaminas juegan un papel en el metabolismo de los microorganismos del queso durante el proceso de maduración. (Madrid A. et al 1999).
- La vitamina A; esta vitamina está impregnada en la grasa, alguna parte permanece con las globulinas y otras fracciones de las proteínas de suero en lugar de la caseína. Los tratamientos térmicos causan una baja pérdida de la vitamina en la leche. Nutricionalmente, la vitamina A se divide también de sus provitaminas. Los carotenoides tienen un color amarillo fuerte y dado que no todos entran en la síntesis de la vitamina A, dando a la leche y al queso el color característico. La riboflavina (vitamina B2) otorga el color amarillo verdoso al suero. Es resistente al tratamiento térmico normal. La vitamina B6 está en el suero de la leche; tiene una resistencia a la pasteurización y es principal en los procesos metabólicos de los microorganismos y para reacciones enzimáticas que envuelven la degradación no oxidativa y la inter conversión de aminoácidos.

Las reacciones con respecto a los aminoácidos tienen importancia en el desarrollo del sabor del queso. (Amiot et al.1991, Walstra et al, 2001)

#### 5.1.4. Características fisicoquímicas de la leche

- Densidad: en la leche es el peso del volumen dado de la misma temperatura determinada. Esta es expresada en gramos por centímetro cúbico (gr/CC.) o en kilogramo por litro (kg/lit). Todas estas mediciones se deben hacer como requisitos de densidad a 20°C, esto aplica en leche cruda entera y leche entera pasteurizada un mínimo de 10295 y un máximo de 1032. (Jaramillo et al, 1992)

*Tabla 5. Calidad de la leche mediante la densidad.*

Densidad	Calidad de la leche
< 1.028	Aguadas
1.028- 1.029	Sospechosa de agua
1.030-1.033	Leche buena
1.032-1.034	Sospechas de adulterantes
>1.034	Leche adulterada

Fuente: Mejía L, y Sepúlveda J. (1999). La leche y control. Guía de clase, universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias Medellín.

- Punto de congelación: es un aproximado de 31<sup>a</sup> F (-0.6 °C), esto va a variar dependiendo del porcentaje de sólidos en la leche (Amiot et al., 1991).
- Punto de ebullición: cuando dicha sustancia efectúa una ebullición, no se puede aumentar más la temperatura, y esta permanecerá constante y será la misma de los líquido. La leche hierve a una temperatura de 100.17°C ligeramente superior a la del agua (100°C) a la altura del mar.
- Índices de refracción: este va a cambiar entre 1.330 y 1.3485 que es ligeramente superar al del agua 1.33299. Este es la medida del cambio de dirección de un rayo de luz de un medio a otro.
- Conductividad eléctrica: la leche tiene una conductividad eléctrica de 0.005 ohm/m(ms/cm), o expresado en términos de resistencia: tiene una resistencia de 200 ohm/ms.
- Viscosidad: es la resistencia que ejerce el fluido esto va de la mano con la temperatura y su composición del líquido como es una sustancia calidad dispersa por que incluye grasa.

- Prueba del alcohol: este método es mediante la acidez de la leche (titulación con NAOH). (Jaramillo et al, 1992).

### 5.1.5. Características organolépticas

Se puede decir que el olor, sabor, textura y opacidad son las características más importantes de la leche (Jaramillo et al, 1992,1992).

### 5.1.6. Microorganismos presentes en la leche

La leche es una fuente de energía y nutrientes algunos microorganismos que son capaces de crecer en ella. Principalmente bacterias, mohos y levaduras, se pueden desarrollar en la leche: Tabla 5 se encuentran los microorganismos presentes en la leche.

Tabla 6. Microorganismos indeseables en la leche.

Microorganismos alterantes	Microorganismos patógenos
Bacteria ácido lácticas	<i>Mycobacterim tuberculosis</i>
Bacterias coniformes	<i>Staphylococcus aureus</i>
Los psicotrofos	<i>Salmonella y shigellaspp</i>
Bacterias termorresistentes	<i>Camphylobacter jejuni</i>
Esporos bacterianos	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Los esporos de bacillus cereus</i>

Fuente: Bruno, 2009

La importancia de los microorganismos de la leche puede emplearse para juzgar su calidad sanitaria, al multiplicarse deteriorándola ( $>10^6$ ) susceptible a contaminación con patógenos estos son destruidos mediante operaciones adecuadas (P.E, pasteurización) algunos microorganismos producen cambios químicos deseables en la leche (P.E productos fermentados).

#### 5.1.6.1. Grupos principales de microorganismos

- Patógenos
  - \* *Mycobacterium bovis*, m. tuberculosis (esto es por animales que están infectados y puede causarte tuberculosis)
  - \* *M. paratuberculosis* (animales infectados creando la enfermedad de Johne en rumiantes)

- \* *Coxiella burnetii*: encontrado en ganado bovino, ovino, caprino y causa la fiebre Q
- o Deteriorativos:
  - \* *Bal* (*Lactococcus*, *Lactobacilos*, *estreptococos*) que son los que consumen lactosa, generando ácido láctico
  - \* Enterobacterias (*E. coli*) sabores desagradables y gases
  - \* *Spicrotrofod* (*pseudomonas*) producen hidrogeno
  - \* Termorresistentes (*micrococcus*, *microbacterium*) sobreviven HTST
  - esporuladores (*bacillus SPP*, *clostridium Spp*) sobreviven a UHT

Imagen 1. Brotes recientes de patógenos relacionados con consumo de leche cruda (LC)

Fecha	Detalles
Febrero 2019	Contagiados de <b>brucelosis</b> por LC en 19 estados
Octubre 2017	1 contagiado de <b>brucelosis</b> por consumo de LC, NY
Marzo, 2017	2 muertos, 8 enfermos por <b>listeriosis</b> por consumo de quesos de LC, 5 estados
Mayo, 2014	99 enfermos, 1 muerto de <b>campylobacteriosis</b> , Utah.
Marzo, 2014	10 enfermos de <b>listeriosis</b> , 1 muerto, por consumo de LC o quesos de LC, 3 estados
Enero 2013	Brote de <i>E. coli</i> O103 por queso de LC, Montana
Enero, 2012	80 enfermos de <b>Campylobacteriosis</b> , Pennsylvania
Nov, 2011	3 enfermos con <i>E. coli</i> productora de toxina Shiga, Washington
Junio 2011	3 enfermos de fiebre Q, Michigan
Mayo 2011	18 enfermos de <b>Campylobacteriosis</b> , Michigan
Nov, 2010	4 enfermos de salmonelosis
Junio 2,010	24 enfermos con <i>E. coli</i> O157:H7 y <b>Campylobacter</b> , Colorado

Fuente CDU, EE. UU.

#### 5.1.6.2. Mayores productores

Los estados unidos están en el puesto número uno de producción de leche bovina por año, según los datos de la residentes de la FOA, solo superados por la india, pero en producción de leche de búfalo.

La leche es procesada antes de su consumo para asegurar la anulación de bacterias. Es un producto que es consumimos de forma líquido, la leche se utiliza para un gran número de productos, como el queso, mantequilla crema, helado, yogur, dulces de leche, cajeta, proteínas de suero, etc. La leche de vaca está formada por un 87% de agua, mientras 13% está formada por proteínas, lactosa, grasa, etc.

Los países mayores productores de leche bovina en el mundo.

1. Estados Unidos
2. Canadá
3. Japón
4. Argentina
5. Unión Europea
6. Australia
7. Ucrania
8. Nueva Zelanda
9. China
10. México
11. Brasil
12. India

*Tabla 7. Productividad de leche de bovino en países seleccionados (tonelada /cabeza).*

<b>País</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<u>Norteamérica</u>								
Canadá	8.97	8.79	8.83	9.20	9.61	10.24	10.30	10.54
Estados unidos	9.85	9.90	10.10	10.16	10.33	10.41	10.53	10.68
México	1.78	1.79	1.81	1.83	1.85	1.85	1.87	1.90
<u>América del Sur</u>								
Argentina	5.33	5.49	6.20	6.47	5.93	6.03	6.59	7.12
Brasil	1.40	1.46	1.51	1.42	1.30	1.45	1.40	1.42
Unión Europea	6.03	6.04	6.24	6.38	6.41	6.52	6.64	6.72
<u>Europa del Este</u>								
Rusia	3.70	3.70	3.79	3.94	4.22	4.37	4.49	4.62
Ucrania	4.29	4.38	4.44	4.56	4.66	4.74	4.85	4.95
<u>Asia</u>								
China	3.97	3.59	3.76	3.79	3.83	4.00	4.13	4.29
India	1.20	1.19	1.20	1.22	1.25	1.27	1.30	1.32

Japón	9.39	9.41	9.49	9.84	9.83	9.91	9.89	9.90
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

### Oceanía

Australia	5.76	5.51	5.95	5.97	6.07	6.20	6.19	6.12
Nueva Zelanda	4.11	4.04	4.23	4.27	4.25	4.43	4.56	4.58

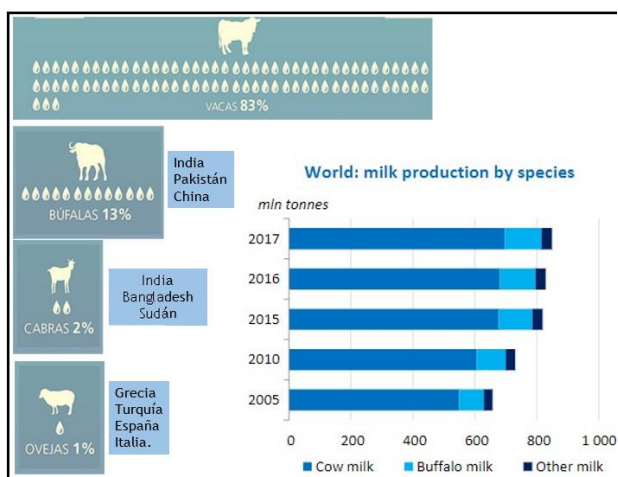
Fuente: SIAP con información del Dairy Markets and Trade /FAS/ USDA

#### 5.1.7. Especies de producción de leche

La producción mundial de leche produce casi en su totalidad de ganado vacuno, búfalo, cabra oveja y caballo. Otros animales que producen leches menos comunes podemos encontrar los yaks, los caballos, renos y los burros. La importancia de cada especie cambia considerablemente debido a sus regiones y países. Los elementos clave que determina la producción de leche depende de las especies lecheras, agua, clima y alimentación.

Aunque el ganado vacuno se cría en distintos entornos, otras especies hacen lo posible la producción de leche. Los países en desarrollo, sus animales productores de leche se crían a menudo en sistemas a pequeña escala. Estos animales ocupan principalmente creciendo y reproduciéndose en condiciones difíciles.

Imagen 2. Producción de leche por especie



Fuente: World Dairy Situation 2018

## 5.2. QUESO

### 5.2.1 Definición de queso

El queso es el producto fabricado por coagulación enzimática y la leche y/o de determinados productos lácteos, donde se buscó separar agua, lactosa y sales minerales, acompañada de una maduración. (Madrid A. et al, 1994)

La FAO (Food and Agriculture Organization) define el queso como un producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche u otros productos lácteos (leche parcialmente descremada, nata de suero, nata o la mezcla de ellos), con la separación de suero. La elaboración de queso fresco se fundamenta con la coagulación de la leche también llamada cuajo, esto se produce por la desestabilización de la solución coloidal de la caseína que origina la aglomeración de las micelas libres y la formación de gel en donde queda atrapado el resto de los compuestos de la leche. (Madrid A. et al, 1999, Keting y Rodríguez 1999, Walstra et al, 2001).

### 5.2.2. Importancia socioeconómica

Las queserías tradicionales en el sistema mexicano agroalimentario, contribuye a la economía regional agregando un valor a la producción de leche en la región, generando empleos en comunidades aledañas; permitiendo conservar los sólidos de leche en las regiones productoras en condiciones hostiles. (Cervantes EF. 2010 y Villegas DGA, 2012).

En 2015 se produjo 144,606 t de queso, que corresponden al 43% con variedades de queso panela, queso fresco y chihuahua. (Cervantes EF. 2010.)

### 5.2.3. Composición del queso

Los quesos son derivados de la leche que es mediante la coagulación de la leche y eliminación del suero, son ricos en grasas y proteínas, minerales y sus contenidos de sales y azúcares son bajas. (Madrid A et al, 1999)

- La caseína: es una proteína importante que aparece en el queso. Los hidratos de carbono de los quesos están hechos de lactosa o azúcar de leche, estos son transformados en su mayoría en ácido láctico mediante las bacterias lácticas. Los ácidos lácticos se encuentran ligados al calcio formando lactato cálcico. El suero arrastra casi toda la lactosa de la leche, así que no tiene mucha presencia en el queso. En cuanto a las sales minerales, su contenido está entre el 1.2 y el 4.5%, estos son unos de los más importantes; calcio, fósforo y hierro. Los quesos

son ricos en vitaminas insolubles, en cuanto es mayor el contenido de grasa de un queso tiene mayor contenido de vitamina A y D. la grasa es el componente más abundante en los quesos. (Madrid A, 1999, karting, y Rodríguez 1999, Walstra et al.,2001).

#### 5.2.4. Pasteurización

Asegura la inocuidad de la leche, destruyendo todos los microorganismos patógenos presentes, aumentando la vida útil del producto destruyendo gran parte de microorganismos y enzimas deteriorativas que pueden comprometer la calidad

- Pasteurización baja: es mediante un calentamiento a 63°C durante 30 minutos. Es una método lento y discontinuo, con el beneficio que no sufre cambios las propiedades de la leche. No se coagulan los albuminas, ni las globulinas y los glóbulos grasos se mantiene sin alteraciones. Por otro lado, no es tan recomendado este método ya que existen microorganismos termófilos que resisten temperaturas de 63°C.
- Pasteurización alta: es mediante el calentamiento a 72°C durante 15 segundos. Este método es más rápido continuo, aunque tiene modificaciones ligeras en las propiedades de la leche. La pasteurización alta es la más ocupada.

En la elaboración de quesos es obligatoria una pasteurización en algunos casos se acusa a la pasteurización de provocar la desaparición de aromas y sabores característicos del mismo.

#### 5.2.5. Clasificación de quesos

Existen distintos tipos de variedades de queso en las diferentes regiones del mundo. Los parámetros para agruparlos son múltiples, por eso es fácil poder clasificar los quesos. Una de las clasificaciones más usadas es queso fresco y queso maduro; esto es mediante la consistencia del queo blandos, semiduros y duros (Keting P y Rodríguez H.et al, 1999).

Según su textura

- Suaves madurados o no.
- Simi suaves maduros.
- Duros madurados con o sin ojos.
- Muy duros granuloso.

Según su proceso

- Queso maduro
- Quesos fundidos
- Quesos hilados.

Según el contenido de grasa

- Triple grasa: contiene un mínimo de un 75% de grasa
- Doble rasa: contiene un mínimo de 60% de grasa
- Graso: contiene un mínimo de un 45% y un máximo de un 60% de grasa
- Semigraso: contiene un mínimo de un 25% y un máximo de 45% de grasa
- Semidesnatado: contiene un mínimo de un 10% y un máximo de un 25% de grasa.
- Graso: un 20% de grasa.

### ETAPAS FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE QUESOS

(Madrid A. et al, 1999, Keting y Rodríguez 1999, Walstra et al, 2001.): En la elaboración de quesos se pueden ocupar distintos métodos. Hay algunas fases del proceso que son fundamentales para todas las variables, como:

- Coagulación de la leche por acción enzimática, ácidos o ambos.  
Mediante la caseína que constituye una red en donde se atrapan los glóbulos grasos se forma un gel.
- Separación de lactosa. (comparado con el suero de leche)

La cuajada ocupa entre el 10 y 30% del volumen de la leche. Entre más seca se encuentre la cuajada mayor firmeza tendrá el queso.

- Producción de ácido en el queso durante la elaboración.

Esto es causado por la conversión de la lactosa en ácido láctico, por las bacterias lácticas. El pH del cuajo y el queso son importante mediante la separación de fases, consistencia, maduración y el desarrollo de olores.

- Salado.

El proceso de salación del queso es adicionándole del 1 al 4% de sal, excepto algunos tipos de quesos frescos, como el quarg. La sal es el método de conservación que se ocupa para darle una mayor vida de anaquel a tu queso.

- Función de los gramos de la cuajada.

Debido a que se forma una masa compacta, es más fácil poder manipularlo. El queso tiene una cubierta que protege el interior del queso y el prensado favorece la formación de corteza más voluminosa.

- **Maduración**

En algunos quesos frescos, la fabricación e interrumpe en esta fase. Por lo regular los quesos sufren una maduración biológica, buscando atenuar su sabor, modificando su aspecto, textura y consistencia. Dándose tres fenómenos, aunque en diversos grados.

#### 5.2.6. Coagulación y sinéresis

- **Cuajo**

Mejor conocida como la quimosina, es una proteína soluble, la mayoría de las enzimas utilizadas son provenientes de extracto de estómago de rumiantes. Es una proteína, esta puede romper las proteínas en fragmentos grandes, puede ser inactivado con determinadas condiciones. Cuando el pH es bajo la enzima empieza con su descomposición, y cuando es alto empieza la desnaturalización. Uno de los problemas con los cuajos comerciales que contienen un alto porcentaje de NaCl. (Madrid et al, 1999; Keting y Rodríguez et al, 1999; Walstra et al, 2001)

- **Floculación**

Es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la aglutinación de las sustancias coloidales, el efecto de los iones  $Ca^{2+}$  es doble. Con esto buscamos la repulsión electrostática ya que neutraliza las cargas negativas en las micelas. En el rango de pH

Esto aumentara su tamaño y peso, esto es necesario para poder sedimentar con facilidad. Estos flóculos son pequeños y son creados al juntar aglomeraciones mayores y se sedimentan.

- **Tiempo de coagulación**

Cuando se adiciono el cuajo a la leche, pasa un tiempo para que la micela empiece a flocular, haciendo que la aglomeración sea notoria. El tiempo de coagulación es el tiempo necesario para que se forme el gel, con una consistencia determinada (Madrid et al, 1999; Keting y Rodríguez et al, 1999; Walstra et al, 2001)

La temperatura es importante en el momento de la floculación. Por eso es importante calentar (32°C) la leche debido a que ocurre la reacción sin que sea constante ya que esto puede provocar una desnaturalización de las enzimas (Madrid et al, 1999; Keting y Rodríguez et al, 1999; Walstra et al, 2001).

○ Formación de gel sinéresis

El tiende a contraerse y a expulsar líquidos, el lactosuero, porque los poros de las partículas son anchos y estos permiten la circulación del líquido a través de ellos (sinéresis). Esto pasa por que las partículas pueden establecer unión con otras partículas, haciendo que estos sean más compactos entre las partículas. (Madrid et al, 1999; Keting y Rodríguez et al, 1999; Walstra et al, 2001)

- Con el calentamiento de la cuajada se inactiva una proporción del cuajo, modificando las proteínas del cuajo
- Tiene un suero con un pH más bajo (4.3- 4.7). (Madrid et al, 1999; Keting y Rodríguez et al, 1999; Walstra et al, 2001).

5.2.7. Queso maduro

Los quesos madurados, es cuando tenga las características de un queso fresco, se lleva a cabo un proceso de maduración. Es un proceso bioquímico complicado donde la caseína insoluble se convierte gradualmente en proteínas más solubles para que sean más fáciles de digerir. La lactosa sufre fermentaciones, convirtiéndose en ácido láctico y butírico, esto va a determinar el sabor y su aroma (centro de investigación y formación agraria).

*Tabla 8. Características de los quesos maduros.*

Queso	Maduración	%H Max	% Prot	% Gras	pH	Consistencia
Camembert	Esta es una maduración rápida con hongos superficiales desuerado espontaneo	52-55	20	22	6.9	Blando
Cheddar	Maduro lento	37-39	25	30	5.5	Semidura pasta lavada prensada

Emmental	Maduración rápida fermentación propiónica	37-40	28	27	5.6	Duro de pasta cocida altas temperaturas
Gruyere	Maduración lenta fermentación propiónica	34-38		30	6.0	Duro de pasta cocida
Gouda	Maduración bastante corta	42-43	25	28	5.7	Semiduro pasar lavada prensada

Fuente: Madrid, A., Manuel de industrias lactes AMV Mundiprensa, 204 trillas, 1985, Keatina, 2004)

### 5.2.8. Cultivo láctico

En la fermentación se inicia con la adición de cultivo (starter) a la leche.

Los cultivos termófilos y mesófilos crecen a temperaturas optimas entre 45 °C y 30°C, los cultivos termófilos son adicionados para la producción de quesos duros y semiduros (Cogan, et al, 1993).

Un rango de temperatura mínima de crecimiento entre 25 a 30 °C, en cambio los cultivos mesófilos tienen actividad máxima entre 25 a 30 °C siendo mínima su temperatura de crecimiento entre 12 a 14 °C. los cultivos termófilos son usados en queserías tanto para acidificar la cuajada y para dar características de elasticidad, en cambio los cultivos mesófilos, además de acidificar la cuajada le da propiedades organolépticas. (Neyers, 1999).

Los productos con leche fermentada han ido aumentando, en las últimas décadas, debido a los beneficios de la salud humana (Lucey y Singh et al, 2003). Los cambios físicos o químicos por la edificación y el pH del cuajo, le da una importancia sobre las propiedades reológicas de los productos de la leche fermentada. (Lucey et al., 2001).

La acidificación de las bacterias ácido lácticas influyen en la textura, dando un producto fermentado, esto ayuda a determinar la aceptación y preferencia del consumidor.

El ácido láctico es ocupado en la industria como una barrera natural para que los microorganismos no crezcan por su acidez, los estreptococos y otras bacterias lácticas son las más usadas (Tango y Ghaly et al. 1999).

Los lactobacillus Helveticus son los más efectivos debido a su alta producción de ácido láctico dándose la fermentación de una variable de sustratos de azúcar, el

queso de suero contiene 5%- 6% de lactosa (Kargi y Ozmlhel. 2000; Silveria et al., 2005 y Belem y Lee et al, 1999).

#### 5.2.9. Fermentos mesófilos y termófilos

Mesófilas bacterias ácido lácticas: esta es ocupada en cultivos lácticos para la industria de los quesos y productos fermentados estos pueden ser clasificados en dos grupos

- Los cultivos mesófilos: estos tienen un óptimo crecimiento a 30<sup>a</sup> C
- Los cultivos termófilos: este tiene un óptimo crecimiento a 43<sup>a</sup> C

Los cultivos típicos del queso y los productos fermentados, los cultivos mesófilos están divididos en cultivos LD y cultivos O.

- Cultivo LD: contienen fermentadores de citrato (L= leuconostoc mesenteroides sub sp. Cremoris y D= lactococcus lactis subsp. Lactisbiovar. Diacetylactis), esto va a producir aromas y CO<sub>2</sub> desde el citrato.
- Cultivo O: este contiene cepas de bacterias que producen ácido y no forma gases.
- Cultivo L Y D (por separado): estos son utilizados en bajas proporciones en la industria de los quesos. (Bruno et al, 2009).

Tabla 9. Especies de bacterias lácticas ocupadas en quesos.

Cultivos	Nombre específico	Aplicación
Mesófilos tipo O	<i>Lactococcus lactis subs. Lactis</i>	Queso cheddar
	<i>Lc. Lactis subs. Cremoris</i>	Queso feta Queso cottage
Tipo LD	<i>Lc. Lactis subs. Lactis</i>	Queso gouda
	<i>Lc. Lactis subs. Cremoris</i>	Queso tileiter
	<i>Lc. Lactis sub. lactis biovardi acetylactis</i>	Quesos blandos
	<i>Leuconostoc Mesenteroides subs cremoris</i>	
Thermophille tipo streptococcus	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso mozzarella estabilizado Brie
		Queso tipo suizo
Tipo yogurt	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso mozzarella
		Queso pizza
Tipo lactobacillus	<i>Lactobacillus helveticus</i>	Queso tipo suizo
	<i>Lb. Delbrueckii Subs lactis</i>	
	<i>Lc. Lactis subs. Lactis</i>	Queso tipo suizo

	<i>Lc. Lactis Subs cremoris</i>	Queso grana
Tipo de mezclas	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso cheddar
Tipo RST		
Tipo FRC	<i>Lc. Lactis Subs lactis</i>	Queso feta
	<i>Lc. Lactis Subs. cremoris</i>	Quesos blancos en salmuera
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
	<i>Lb. Delbrueckii Subs. Bulguricus</i>	

Fuente: Bruno, 2009

Los cultivos LD son ocupados en quesos semiduros como: gouda, Tilsit, Samsøe. Estos también son ocupados en quesos blandos tales como: camembert y por salud. Estos cultivos juegan un papel importante en el análisis sensorial de los quesos.

- Lipólisis: La formación de ácidos grasos libres, estos pueden ser los precursores de compuestos de sabor como es el metilcetonas, alcoholes, lactonas y ésteres. (Michaylova et al., 2002).
- Protólisis: Este es un proceso importante para la formación de textura y sabor, principalmente en quesos duros y semiduros. La degradación de la caseína por la actividad que presenta el cuajo y las células proteinasas y peptidasas en péptidos pequeños y los aminoácidos libres. Los sabores amargos del queso provienen de un buen balance de proteólisis y peptidólisis. (Granados et al., 2010)
- Suero ácido: El lactosuero es el producto al separar la caseína que es precipitada al fabricar el queso. El suero puede ser dulce, si cuando es separado la caseína lleva un proceso enzimático, y con el suero ácido si, para la producción de queso usando bacterias lácticas.

Esto va a depender del pH, el lactosuero es un suero dulce (pH > 5.8), el medio ácido (pH 5.8 B 5.0) y ya el suero ácido (pH < 5.0) (Gómez et al, 1990).

El tipo de suero va a variar dependiendo el tipo de queso a fabricar, cuando a cuajada es obtenida mediante suero dulce pH (6.0 a 6.6) si en la cuajada es adicionado ácido entonces el suero es ácido (pH 4.3 a 4.7). a mayor pH menor rendimiento n sólidos del queso. (Madrid, et al 1996).

Tabla 10. Composición del suero lácteo.

Constituyente	Dulce	Acido
Agua	93 – 94	94 – 95
Grasa	0.2 – 0.7	0.04
Proteínas	0.8 – 1.0	0.8 – 1.0
Carbohidratos (lactosa)	4.5 – 5.0	4.5 – 5.0
Cenizas	0.05	0.40
Solidos totales	5.6 – 6.8	5.7 – 6.4

Fuente: Madrid, et al, 1996

Tabla 11. La composición del suero.

Compuesto	%
Lactosa	5
Agua	93
Proteínas	0.85
Minerales	0.53
Grasas	0.36

La principal proteína presentes en el suero son Beta- lactoalbúmina (BLG) con un 58% y la alfa- lactoglobulina (ALA) 13%. Las inmunoglobulinas, albuminas séricas y peptonas proteasas están presentes en menor cantidad. La fermentación del suero mediante bacterias ácido lácticas, podría disminuir, el alto contenido de lacto suero producido principalmente ácido láctico y otros metabolitos, como los compuestos aromáticos contribuyendo al sabor y a la textura, esto incrementara la solubilidad de los carbohidratos y la dulzura de nuestro producto terminado (Granados et al, 2010).

### 5.3. PULQUE

#### 5.3.1. Definición de pulque

El pulque se define de acuerdo con la NMX-V-037-1972 como la bebida fermentada de bajo contenido alcohólico, no clarificada, de color blanco, acida, de aspecto viscoso. Elaborada mediante el empleo como substrato fermentable del aguamiel obtenido del maguey pulquero.

El pulque también llamado *octli*, *Necuhitli*, de donde proviene el neutle que se aplica en el pulque suave, dulce polihqui, el pulque podrido, descompuesto; necuatl el aguamiel sin fermentar (Sierra, 2005).

### 5.3.2. Historia del pulque

Los náhuatl ocupan los términos para nombrar el pulque como *teoctli* por ser una bebida para los dioses, al pulque se le ponían una flor azolácea llamada “quesadilla” o flor del pollo, haciendo que tomara una coloración azul: iztac-octli (pulque blanco) este era el nombre que le daban los mexicas al líquido.

El pulque fino y blanco se extraía el aguamiel del maguey mansos, que se recolectaban cuando tenían entre tres y cuatro años. (Sierra, 2005)

La sabia o jugo de agave, es conocida como aguamiel, el cual es fermentado para tener pulque.

### 5.3.3. Pulquería

Una pulquería es un establecimiento que se divide en dos:

- Un salón para clientes
- La barra
- El pulquero con sus barriles y recipientes

Por lo regular siempre es un mostrador pequeño con una puerta que le permite a uno o a dos personas estar atendiendo.

Uno de los motivos porque estos lugares son tan concurridos es por el alto contenido de proteínas vegetales, hidratos de carbono y vitaminas además de que contiene metales, presentes en dicha bebida, este también es ocupado para la sustitución de la leche materna cuando se desea destetar al bebe. (Garnica, 2008)

### 5.3.4. Proceso de elaboración

Capar y hacer una oquedad en el cuerpo de la planta o mezontete, esto es la que sirve para que fluya el aguamiel, líquido dulce y ligeramente agrio, este es extraído con un acocote con ayuda del tlachiquero, es un guaje largo con dos perforaciones en los extremos, uno es con una consistencia aguada y se introduce el mezontete para poder tener mediante succión del líquido (Garnica, 2008)

Imagen 3. Proceso de elaboración del pulque.



- A. maguey en producción
- B. raspado de la penca del maguey
- C. aguamiel de la penca
- D. preparación de semilla
- E. mezcla de la semilla y el aguamiel
- F. pulque maduro.

#### 5.3.4.1. Proceso de fermentación del pulque

En la fermentación del aguamiel su acidez aumenta y se forma el ácido láctico y otros ácidos orgánicos. El pulque tiene una consistencia líquida de color blanco, ligera viscosidad con un aproximado de etanol 45 g/L y un pH de 3.4.

En la fermentación del pulque ocurren tres tipos de fermentaciones: fermentación alcohólica llevándose a cabo por *Zymomonas mobilis* y varios géneros como *Saccharomyces cerevisiae*, fermentación láctica y fermentación viscosa donde actúan *Leuconostoc mesenteroides* que producen dextrano (dando una bebida viscosa). (Escalante et al. 2004). El tiempo de fermentación tiene una duración de 12 a 48 horas a unos 25° C. cuidando que su preparación tenga higiene. A medida que pasa el tiempo se van presentando cambios importantes, como un aumento de etanol y la formación de exopolisacáridos como  $\beta$ -glucanos y dextranos: haciendo que su viscosidad incremente transformando el fluido de newtoniano a no newtoniano (Cervante y Pedraza, 2007).

#### 5.1.5. Composición química

Los carbohidratos principales en el aguamiel son; glucosa, sacarosa, fructosa y algunas pentosas. Esto va a depender ya que varía a lo largo del año, sobre todo en la ausencia de lluvias.

Tabla 12. Composición química del pulque y el aguamiel.

Referencias	Pulque	Aguamiel
Proteínas%	0.44	0.3
Cenizas	0.2	0.4
Calcio	10	20
Fosforo	10	9
Fierro	0.7	-
Tiamina	0.02	0.02
Piridoxina	-	-
Riboflavina	0.03	0.04
Niacina	0.3	6.4
Vitamina C	6.2	6.7

(López, et al.2004)

#### 5.1.6. Características de los microorganismos del aguamiel y pulque

El pulque es una bebida mexicana derivado de especies de agave. Los principales; *A. atrovirens*, *A. mapisaga* y *A. salmiana*. Estos son producidos en el estado de Tlaxcala, México, Hidalgo, Querétaro, D.F., Puebla, Morelos y san Luis Potosí.

El microbiota del pulque tiene homo y hetero fermentativa. Con bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus spp.*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *mesenteroides*), *Zymomonas mobilis ssp. Mobilis*, levaduras no *Saccharomyces* (*Candida spp.*, *Clavispora lusitaniae*, *Pichia membranifaciens*, *Hanseniaspora uvarum*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Pichia spp.*, *C. parapsilosis*, *Torulaspora delbrueckii*) y las levaduras *Saccharomyces* (*S. bayanus*, *S. cerevisiae*, *S. paradoxus*). En la industria los cultivos indicadores mixtos (*Lactobacillus spp.*, *Z. mobilis ssp. Mobilis* y *S. cerevisiae*) con o sin *Leuconostoc spp.* Los productos fermentación del microbiota funcional, tiene etanol, ácidos orgánicos, dextrinas, vitaminas, aminoácidos, esterres y aldehídos.

Cuando el aguamiel es fomentado los cambios químicos mostrados en el sustrato causa su desarrollo y sucesión de diferentes grupos de microbianos como:

- Bacterias que fabrican ácido láctico de las categorías de *Leuconostoc* y *Lactobacillus* (homo y heterolácticas), aumentando la acidez del líquido;
- Levaduras no-*Saccharomyces* y *Saccharomyces* y bacterias (*Zymomonas mobilis ssp. mobilis*) transformando las azúcares en etanol.
- Bacterias productoras de dextrina (*Leuconostoc spp.*) dando la viscosidad característica del pulque.

- Bacterias acéticas (*Acetobacteria spp.*) edifican la bebida debido a que interactúan las bacterias ácido lácticas.

## 5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

### 5.4.1. Definición de evaluación sensorial

La evaluación sensorial no siempre va a depender de las observaciones e informes de un individuo y verificable por otros, es importante saber las siguientes condiciones

- Degustador
- Preparar la muestra según el tipo de producto
- Señalar el análisis según el objetivo
- Métodos estadísticos y de cálculos de los resultados

La química analítica de los alimentos es el conjunto de índices para determinar el valor de uso de los alimentos y todas las materias primas implicadas en el momento de su elaboración. (Torricella et al. 2007). Las preferencias o la del mercado del consumidor de incluir en su dieta algunos productos, no depende la calidad, sino también son otros factores que pueden afectar, entre ellos la variación de sabores (Kato et al. 2009), la tradición y la oferta.

### 5.4.2. Importancia del análisis sensorial en los alimentos

La evaluación sensorial a lo largo de los años se ha perfeccionado, por esto es utilizada como unidad instrumental, con la diferencia que el hombre es más sensitivo que aparatos físicos y con esto se pueden analizar todos los atributos a la vez, además que los costos son menores (Daban, 2002).

Puede ser aplicada en:

- Desarrollo de nuevos productos
- Identificar las diferencias de un producto similares
- Reducir costos ocupando nuevos ingredientes

La evaluación sensorial aplicada en química orgánica, fisiología de las sensaciones, fisicoquímica, bioquímica, nutrición, psicofísica y estadística aplicada para confirmar en los resultados (Romero, 1997).

Los instrumentos sensoriales son medidos mediante nuestros sentidos como son: vista, oído, gusto, olfato y tacto. El analizador es un mecanismo complejo que empieza en un receptor externo y finaliza en el cerebro. Estos estímulos son

recibidos por su exterior transformándolas en sensaciones, integrándose, emociones con otras sensaciones conocido como memoria sensorial. Estos estímulos son las propiedades del alimento el cual se está evaluando, la percepción de la realidad en función de las aplicaciones (Torricella et al. 2007)

#### 5.4.3. Características sensoriales

Estimulo que evalúa y refleja, la percepción o imágenes que los analizadores generan a partir de estas, la selección de las características a evaluar debe hacerse mediante la correcta interpretación de los resultados sensoriales. El proceso de la percepción de las diferentes características sensoriales y las direcciones en los distritos estímulos son complejos. Definiendo 4 características sensoriales: aspecto, olor, sabor y textura. (Torricella et al. 2007)

#### 5.4.4. Desarrollo de perfil sensorial

El análisis sensorial es la caracterización sensorial de un alimento, por que proporciona un lenguaje para poder definir y las sensaciones percibidas. Cuando son descritos los sabores es la etapa más importante en los análisis descriptivos. (Guerrero et al. 2000).

El análisis descriptivo cuantitativo son pruebas de gran interés por que cuantifica y analiza los distintos atributos que determinan la calidad sensorial del alimento. Es usada en el desarrollo de productos o en el análisis de preferencia del consumidor, haciendo que su uso sea más frecuente (Damasio y Costelll, 1991).

El objetivo del análisis sensorial es la descripción de la calidad sensorial de un producto sabiendo los atributos que son percibidos del mismo y/o realizar comparaciones en diversos productos. En análisis descriptivo puede mostrar la dimensión sensorial de productos analizados y los que son su competencia. Este es ocupado para el desarrollo de nuevos productos, permitiendo ver objetivo y la introducción al mercado del producto. Estas pruebas igual son ocupadas para determinar la vida útil del producto, externando puntos de vista para identificar si tiene cambios sensoriales. (Lawless y Heymann, 1998).

Existen diferentes métodos que describan las distintas características de un producto:

- Discusión abierta con moderador: los jueces evalúan varias muestras dando la conclusión adecuados para su descripción. Dando la causa de los términos que son los mejores.

- Discusión entrecruzada: estos pueden ser jueces o consumidores, consiste en la opción de un conjunto de tres pruebas, presentadas en par. Las personas evaluarán una lista con descriptores comunes y otros que sean diferentes.
- Asociación controlada: solicitando al juez que haga un listado de palabras que asocie con las características del producto.
- Lista previa: se hace una lista previa de descripciones y las muestras, pidiendo a los jueces señalen junto a cada descripción si lo consideran criticados o no (Damasio y Costell, 1991).

#### 5.2.5. Análisis descriptivo cuantitativo

Es distinguido de otros métodos de análisis sensorial ya que evalúa distintas características sensoriales de un alimento permitiendo conocer al evaluador varias muestras, el rango de diferencia entre ellas.

Es una técnica donde se entrena a personas que identifiquen y cuantifiquen en orden dependiendo sus percepciones de las sensaciones y sabores. Desarrollando modelos multidimensionales apropiado al producto, fácilmente de formas cuantitativas, muy fáciles de entender para el mercado, como en el medio de la investigación y desarrollo. Esta técnica es ocupada para generar datos acerca de un concepto buscando un producto ideal antes de que inicie su desarrollo (Stone et al. 1974).

Este análisis fue desarrollado en los setenta, para desarrollar estrategias para darle una explicación a los aspectos de comportamiento de la percepción. Es importante la selección de los jueces y el entramiento. El uso de escala de intensidad es importante como la estadística, permitiendo obtener información de la aceptabilidad y identificar los aspectos que deben ser ajustados a las necesidades del mercado (Piggott et al. 1998).

Es importante este análisis descriptivo cuantitativo ya que engloba muchos aspectos analizar cómo es apariencia, el aroma, el sabor, la sensación, etc. Es un método cuantitativo, permitiendo determinar la confiabilidad de un producto. Esta prueba no requiere un grupo amplio de jueces (entre 6 a 10 jueces) y puede ser usado en cualquier producto. Su procedimiento para desarrollar es fácil, teniendo un proceso para verificar términos y es rápido (Stone et al. 1998).

Existen técnicas alternativas compitiendo con el análisis descriptivo o el desarrollo de perfiles. Son técnicas que ayudan al desarrollo de nuevos productos, vida de anaquel o con a calidad, teniendo ventajas e inconvenientes, no son capaces de satisfacer de formas ventajosa a los análisis descriptivos, mediante el análisis cuantitativo. (Damasio y Castell, 1991)

Elaboración del perfil sensorial son:

- Selección de jueces
- Lenguaje sensorial, describiendo los atributos del producto
- Reducción de términos
- Productos de referencia
- Entrenamiento del panel para poder cuantificar los atributos del producto.

El análisis descriptivo cuantitativo fue desarrollado en 1970 para corregir problemas con características de sabores. A diferencia de otros métodos, los jueces usan diferentes partes en la escala y así evaluar los atributos del producto, para las diferencias relativas de los productos, y no las diferencias totales que proporciona la información. El diseño para el análisis descriptivo es planteado en medidas repetidas con un análisis estadístico mediante el análisis de varianza. Para la representación de los datos es ocupado el diagrama de tela de araña. (Murray et al.2001).

#### 5.2.6. Dominio temporal de las sensaciones

Es un método ocupado para cambios dependientes limitando el perfil de sensaciones claves. La idea es la presentación de atributos predeterminados el ordenador mediante la escala de calificación de la intensidad de cada uno de los atributos que esta presentes en la muestra.

Los panelistas son enseñados para elegir solo las sensaciones “fuertes” después de probar la muestra dándole clic en el botón de inicio. Terminando las sensaciones más fuertes con una crítica noble o las nuevas sensaciones que te transmiten. A medida que se anotan los atributos en orden aparente. Se evalúa su intensidad, con una escala lineal de 10 puntos o 10 cm. Esta técnica genera un registro detallado de la potencia de los atributos y el tiempo que se tardan los panelistas (Lawless & Heymann, 2010).

### ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Es el método más utilizado como una herramienta estadística multivariante para el análisis sensorial. Aplicando a los consumidores, la muestra (filas) por los consumidores (columnas) de la matriz, los resultados son conocidos como asignación de preferencia interna. Cuando se hace el análisis descriptivo, los todos de entrada es una muestra (filas) por descripción (columnas) de la matriz, construida de los valores medios correspondientes a los evaluados.

Este método reduce el número de  $p$  variables originales (columnas) en el menor número de variables no observadas  $k$  (componentes principales) que son la

combinación de las muestras originales. El objetivo es la explicación del análisis de la variabilidad de los datos originales como sea posible (Borgognone et al.2001)

#### 5.2.7. Prueba de consumo

Lo que influye en las características sensoriales es la apariencia, el aroma, el sabor y la textura, estas son usadas para consumidores para tomar o adquirir decisiones sobre el consumidor con respecto a un proceso determinado (Chamers y Bowers, 1993)

Estas pruebas son muy valiosas dentro del análisis sensorial. Con esta podemos responder preguntas primordiales del gusto del consumidor para determinar: como es su aceptación del producto, la preferencia que tiene el producto, y los atributos de preferencia debido al análisis sensorial. (Lawlessy Heymann, 1998)

#### 5.2.8. Mapa de preferencia

Serie de técnicas múltiples que es ilustrada, con mapas perceptuales, la relación que existe entre los productos, atributos sensoriales y la aceptación de los consumidores. Los atributos sensoriales son evaluados por jueces; se hace pruebas por consumidores y jueces. Estos segmentos son identificados por análisis de grupos de datos de los consumidores antes de la asignación de preferencia (Kemp *et al.* 2009).

El procedimiento requiere criticas objetivas de los atributos sensoriales, por un análisis descriptivo, que es relacionado a puntuaciones de preferencia. El mapa de preferencia puede optimizar y el desarrollo de productos. Las técnicas de preferencia interna y externa que son aplicadas con varios productos (Thompson *et al.* 2004).

#### 5.2.9. Color en bebidas

Para determinar la calidad de identidad de los alimentos o bebidas son determinados por el color, porque los consumidores relacionan colores con productos específicos, tales como el café, el vino, los quesos, etc. El color es uno de los primeros factores a evaluar en un análisis sensorial, ya que un cambio en el mismo puede causar que tenga un rechazo para el consumidor. La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, mediante la vista podemos responder a estímulos de luz que son registradas por el ojo, mediante señales eléctricas en la retina que conducen al cerebro donde son interpretados (Escamilla, 2006).

- Color

El color es la percepción de la luz después que fue interactuado con un objeto, esto depende de la luz, del objeto en el que se indique y del funcionamiento de la vista, complementando la información con su forma y textura.

Esta engloba tres conceptos:

- \* Luz: podemos percibir el color con las radiaciones luminosas; sin luz no vemos el color.
- \* Objeto: podemos percibir el color por la aglomeración de los pigmentos
- \* Vista: receptor de color

Cuando son ocupados los colorímetros es necesario ocupar iluminación artificial, estos son producidos por calentamiento de un metal a cierta temperatura, estos son medidos en Kelvin, es decir, esta es la radiación que emana cuando llega a dicha temperatura.

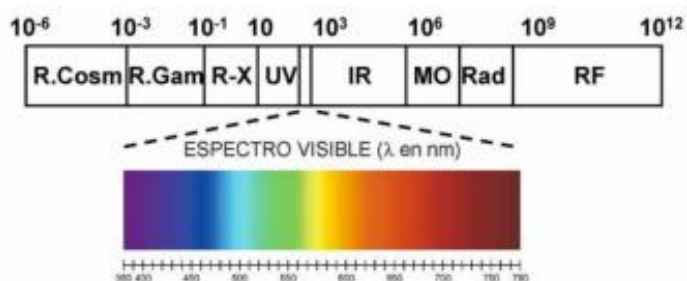
Tabla 13. Temperatura para alcanzar el tipo de luz.

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

(Escamilla, 2006)

La luz es un parte del espectro de la onda electromagnética, estas incluyen a los rayos X y los ultravioleta (UV) hasta los rayos infrarrojos (IR), microondas (MO), radio, etc. Los rayos UV y los rayos IR es a los que el ojo humano es sensible. El parámetro básico que varía la radiación es la longitud de onda, que con la luz comprende los 380nm hasta los 780 nm ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{ m}$ ).

Imagen 4. Espectro electromagnético remarcando la franja (espectro visible) al que es sensible el ojo humano.



Espectro electromagnético remarcando la franja (espectro visible) al que es sensible el ojo humano.

La diferencia de color de la RAE son los sensores de luz que están ubicados en la retina. Existiendo tres sensores de color o foto receptores: unos son sensibles a luz roja (sensor L), uno sensible a la luz azul (sensor S) y sensor verde (sensor M). un código perceptual, con base a las respuestas de los sensores LSM de la retina, este tiene tres atributos básicos:

- Tono ( $h^*$ ): atributo de una sensación visual que es asemeje a los colores percibidos: rojo, verde y azul, o la combinación de estos.
- Claridad ( $L^*$ ): la luminosidad y la relación a la de otro estímulo que sean similares teniendo un tono que sea parecido al blanco, es el atributo perceptual que evalué las sensaciones “claro – oscuro”
- Colorido o Croma ( $C^*$ ): percepción visual, en el que el color de ciertos estímulos es cromático, o sea si es “débil - fuerte” o “pálido – intenso” de un color. (Montesino, 2003).

*Imagen 5. Atributos perceptuales básicos de color*



- La medida del color

La colorida es una ciencia que tiene como objetivo una medición del color y dado que el color no es una propiedad intrínseca de los objetos, esto va a depender de su estado físico, de iluminador utilizado y la sensibilidad del ojo, teniendo una serie de condiciones para su interpretación de la medida.

La comisión de iluminación CIE decreto en 1931, normas para poder darle una característica de iluminadores que son empleados en las medidas de los colores, las condiciones para la medida y las curvas espectrales de sensibilidad del denominado “ojo normal”.

Haciéndose una curva espectral realizándose mediante tres estímulos luminosos, denominados X, Y, Z y su correspondencia es (Sancho et al. 1999):

X= Rojo violeta

Y= Amarillo virtual

Z= Azul virtual

Los instrumentos buscan simular la manera en la que los ojos captan el color de los objetos, bajo algunas condiciones de iluminación, y proporcionar una medida cuantitativa reproducibles.

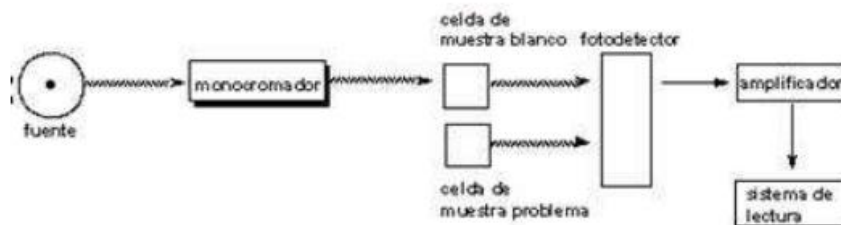
En la industria de los alimentos el método más utilizado es el  $L^*a^*b$  que es conocido como el sistema CIELAB, este fue defendido por el CIE en 1976.

El atributo L se encarga de describir el componente de claridad o luminosidad de un color, mediante las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0). Su coordenada a da un valor de la tonalidad rojo (+a) hasta verde (-a), mediante la coordenada b indica tonalidades de amarillo (+b) hasta azul (-b).

El instrumento para hacer la evaluación de color de los alimentos es el espectrofotómetro minolta CM – 3600d, midiendo los factores de reflectancia y de transmitancia espectrales, comparando la longitud de onda, el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto, con un patrón existente.

Es usado para medir las muestras no fluorescentes (cuerpos opacos), como en los alimentos en estudio. (Escamilla, 2006)

*Imagen 6. Esquema de las partes más importantes de un espectrofotómetro.*



## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Tipo de investigación

El trabajo que se desarrollo es de tipo experimental, realizándose con la modalidad de investigación, estableciendo los parámetros para la estandarización de un nuevo queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza puebla.

### 6.1. Características de la materia prima

#### 6.2.1. Pruebas fisicoquímicas

Determinación de pH de la leche utilizando un potenciómetro, establecido por la NORMA INEN NTE 389, donde se establece que los parámetros del pH de la leche cruda van de 6.5- 6.7

Tomando 10 ml de la leche cruda en el vaso de precipitado, introduciendo el electrodo del potenciómetro a la mitad de la muestra, registrando su lectura.

#### 6.2.2. Características organolépticas

Mediante la NORMA INEN NTE 0009. Se toman 10 ml de leche y se ponen en un vaso de precipitado y se observó su color, debe tener una tonalidad suave, sin olores extraños, debe ser homogénea y libre de materias extrañas.

#### 6.2.3. Acidez titulable

Titulada con hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

Se tomón 10 ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer y se adicionan de 4 a la6 gotas de fenolftaleína y se titula con NaOH 0.1 N hasta que cambie de tono a rosa, el resultado será expresar con % de ácido láctico.

#### 6.2.4. Microorganismos presentes en l leche y pulque

Cultivo de las materias primas ocupada para determinar la presencia de lactobacilos de la leche y pulque con agar MRS y con agar MAC CONKEY para aislar exclusivamente a bacilos gran negativo. Permitiendo distinguir entren bacilos fermentadores y no fermentados. Si se tienen presencia de salmonella y shigella.

Se rehidrata 50g del medio, en un litro de agua destilada en un matraz Erlenmeyer, calentar agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición, para disolver por completo. Se coloca en la autoclave y se esteriliza a 121°C por 20 minutos. Al terminar el tiempo, se saca de la autoclave y se deja enfriar hasta alcanzar una temperatura de 45°C, para servir en cajas Petri estériles dentro de una zona estéril con mecheros de bunsen. Dejar solidificar y refrigerar a 2-8°C hasta su uso.

#### 6.1.5. Elaboración de queso

El estudio de dicho queso requiere un análisis con dos tipos de pulque de la región de Esperanza Puebla y una pasteurización lenta de la leche.

*Tabla 14. Pasteurización lenta.*

Pasteurización	Temperatura
Lenta	63°C – 30 min

Descripción de proceso de elaboración del queo madurado con fermento de pulque.

Se recibió la leche de los productores de la región de Esperanza Puebla y se falta con una manta así evitando el paso de impurezas al momento de la elaboración.

Se procedió a calentar la leche a una temperatura de pasteurización de 63°C por 30 minutos, esperando a que se enfrié llegando a una temperatura de 37- 38 °C.

Se procede a añadir cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) utilizado como un aditivo.

Se añadió el cuajo diluido previamente en agua destilada.

Se deja de 30 a 40 minutos en reposo.

Se realiza un corte con un cuchillo para verificar que ya está lista la cuajada.

Se retira a continuación 30% de suero de la cantidad total de la leche utilizada.

Pasa por un prensado con manto de cielo y se deja por 4 horas

Se coloca sal en un equivalente al 2% del peso de la materia prima empleada y se homogeniza la mezcla.

Se coloca en el molde con lienzos, volándose cada 30 minutos durante dos horas para poder retirar la mayor cantidad de suero

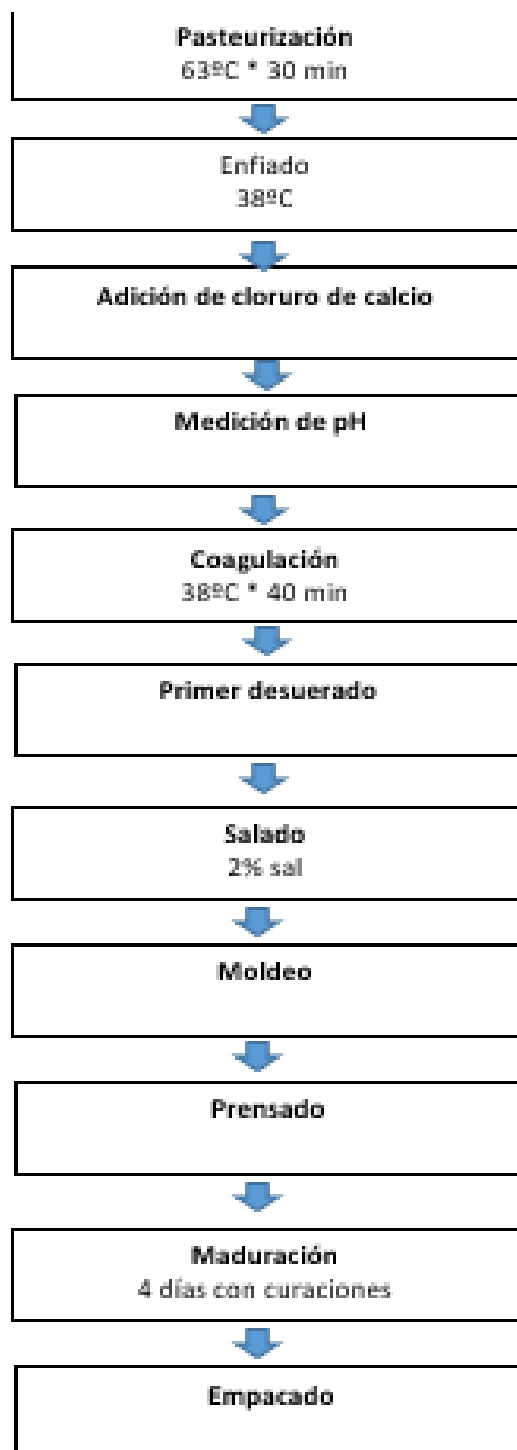
Se prensa los quesos 24 h.

Se adiciona 10 ml de pulque joven o viejo y se deja reposar durante 4 día, realizando curaciones diarias para evitar el desarrollo de microorganismos indeseables.

Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento

## 6.2. Diagrama del proceso

*Imagen 7. Diagrama de flujo de proceso de elaboración.*



## Diagrama de flujo del queso madurado con fermento de pulque

Análisis microbiológicos y físico-químicos de queso maduro con fermento de pulque

El análisis microbiológico se realizó en laboratorio de microbiología de la BUAP en ingeniería química y los análisis fisicoquímicos, acidez y pH. Se evaluaron los dos tipos de quesos con distintos tipos de pulque durante 4 días llevando una curación.

### 6.3. Análisis microbiológicos.

Se realizaron pruebas microbiológicas establecidas en la norma NTE 2607 (INEN 2012), teniendo una textura blanda y mantecosa de color blanco amarillento, consistente y fácil de cortar, con una corteza delgada y firme pero no dura, de los quesos obtenidos en cada uno de los pulques ocupados identificando la presencia de;

1. Enterobacteriáceas
2. Staphylococcus aureus
3. Análisis de pH y acidez
4. Determinación del % de ácidos lácticos, empleando el método de análisis establecido en la norma (INEN 13).
5. Para la determinación del pH, fue determinada con la lectura directa con un potenciómetro calibrado.

### 6.4. Rendimiento determinado.

Fue determinado el rendimiento en función de la cantidad de queso obtenida al final del proceso por cada litro de leche, por cada réplica del pulque que fue ocupado.

*Ecuación. Rendimiento de la leche.*

$$R = \left(\frac{mT}{V}\right) \times 100$$

Donde:

R: Rendimiento (%)

mT: masa total obtenida (Kg)

V: volumen de leche (L)

## Recuento de probióticos en el queso

Se realizó el análisis en el laboratorio de microbiología del colegio de ingeniería química de la BUAP en los días 1, 3 y 4 de maduración.

### 6.5. Análisis estadístico

Fueron comparados las medidas de resultados obtenidas en la maduración de los dos tipos de pulque durante los días de procesamiento y maduración, mediante el análisis de varianza, se trabajó con un nivel de confianza del 96%.

Los datos obtenidos en los ensayos fueron ingresados en un programa llamado STATGRAPHICS.

### 6.7. Análisis sensorial

Se comparo los resultados de un análisis sensorial para identificar, cual tenía mejor aceptación en el mercado.

Análisis de resultados

Características de la materia prima para la elaboración de un queso madurado con fermento de pulque.

### 6.8. Análisis físico-químicos

En la tabla 15. se muestran los resultados de pH y acidez de la leche usada como materia prima, antes de la pasteurización.

*Tabla 15. Resultados promedio de pruebas físico químicas en la leche cruda.*

Tratamiento	pH	Acidez
T° /normal	6.5-6.7	.13-.17
Leche ocupada	6.69 ± 0. 39 <sup>o</sup>	.0.15 ±0.02 <sup>o</sup>

Medida ± desviación estándar (n=3)

La leche destinada al procesamiento de queso maduro con fermento de pulque cumple con los parámetros requeridos, siendo estos de 6.5 a 6.7 según la norma NTE009 (INEN2012) establece. Los análisis de acidez estuvieron entre los límites establecidos de 0.13 a 0.17 de la norma NTE009 (INEN 2012).

Análisis microbiológico y fisicoquímicos del queso maduro con fermento de pulque.

Análisis microbiológicos.

La norma NTE 2604 (INEN 2012) establece que en relación con queso maduro se deben cumplir con parámetro de microbiológicos en los que se refleja ausencia de microorganismos patógenos.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Características fisicoquímicas de las materias primas

#### 7.1.1. Leche

En la Tabla 16. Se muestran los análisis que se realizaron a la leche de tres proveedores de leche de la región, para determinar la calidad de la materia prima y los resultados son promediados en tres repeticiones por análisis.

*Tabla 16. Características fisicoquímicas de tres proveedores de leche de la región.*

Ángeles Vázquez	
DESCRIPCIÓN	PROMEDIO
pH	6.7
Acidez Total	0.16
Densidad	0.101
Bella Velásquez	
pH	6.3
Acidez Total	0.14
Densidad	0.99
Soledad	
pH	6.6
Acidez Total	0.17
Densidad	0.101

Se determinó que la leche de la señora Bella Velásquez esta fuera de los rangos establecidos ya que le pH de la leche es de 6.6 a 6.8.

Se estuvo manejando la leche de la señora Soledad y Ángeles para la elaboración del queso maduro con fermento de pulque.

#### 7.1.2. Pulque

En la Tabla 17. Se muestra los análisis que se realizaron al pulque y los resultados son promediados en tres repeticiones por análisis se tomaron las muestras de las dos pulquerías en el pueblo.

Tabla 17. Características fisicoquímicas del pulque.

El paraíso	
Descripción	Promedio
PH	4
Acidez Total	0.68
Pulquería	
Descripción	Promedio
PH	4.2
Acidez total	0.60

En norma NMX-V-037-1972 define que las propiedades fisicoquímicas del pulque deben mantener los rangos del pH (3.5-4.2) y una acidez total (0.40-0.75)

#### 7.1.3. Material Biológico utilizado

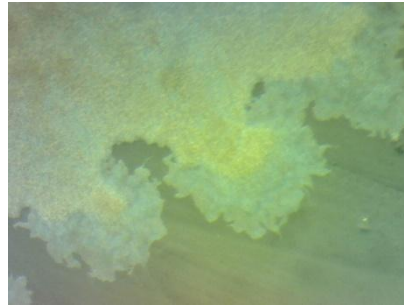
Son utilizadas dos cepas bacterianas extraídas del queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza, Puebla. Este es un pulque De la fermentación del aguamiel. Y la leche recolectada, es de los pobladores de la región. Sus diferentes características fisiológicas se seleccionaron:

- Cepa de lactobacillus en leche con agar MRS  
(Lactobacillus acidophilus)



Imagen 8. Cepa1

- Cepa de lactobacillus en pulque con agar MRS
- (Lactobacillus acidophilus)



*Imagen 9. Cepa2*

Debido a que estas cepas bacterianas esta presentó el mayor porcentaje de crecimiento en el queso podemos determinar que se encuentran lactobacilos en el queso y un bajo contenido de levaduras presentes en el pulque.

Proporcionando al consumidor un queso rico en lactobacilos con sabores característicos del pulque.

### 7.2. Rendimiento en la elaboración del queso maduro con fermento de pulque

En la Tabla 18. Se muestra que no existe cambios significativos en el rendimiento del queso, en el producto terminando ya que fueron ocupados dos pulques en distintas etapas de fermentación.

*Tabla 18. Rendimiento terminado del queso maduro con dos fermentos de pulque.*

Muestras	mT (Masa total obtenida (Kg))	Volumen de la leche (L)	R (Rendimiento)
Queso maduro con fermento joven	1.2kg	2L	60%
	1.22kg	2L	61%
	1.2kg	2L	60%
Queso maduro con fermento viejo	1.21kg	2L	60.5%
	1.2kg	2L	60%
	1.2kg	2L	60%

### 7.3. Análisis sensorial del queso maduro con fermento de pulque.

La tabla 19. Se muestran el código ocupado para las dos muestras de queso y poder identificar la aceptabilidad del queso en el mercado de la región. Con diferencias

significativas de los atributos sensoriales donde identificamos Color, Olor, Sabor y Textura del queso maduro con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla.

Tabla 19. Código para la prueba.

<b>965</b>	<b>Pulque joven</b>
<b>757</b>	<b>Pulque maduro</b>

En el aspecto de color del queso maduro con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla se tuvo cambios significativos entre dos tipos de pulque ocupados, siendo el queso maduro con fermento de pulque joven el queso que tuvo mayor aceptación por los panelistas no entrenados y el queso maduro con fermento de pulque viejo el que tuvo menos aceptación para el consumidor.

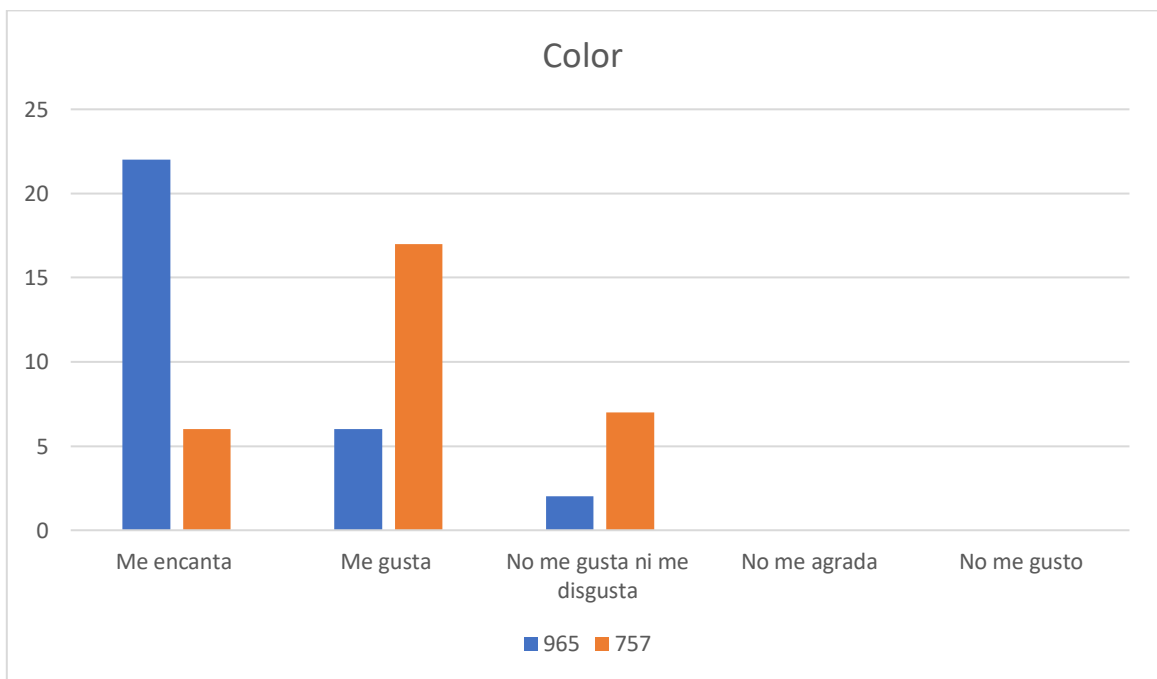
Tabla 20. Resultado del análisis sensorial.

Panelistas	Color		Olor		Textura		Sabor	
	965	757	965	757	965	757	965	757
1	5	4	4	4	5	4	5	4
2	5	4	4	4	4	4	5	4
3	5	4	4	4	5	4	5	5
4	4	4	5	4	5	4	5	4
5	5	3	5	4	5	5	5	4
6	4	4	5	4	5	5	5	4
7	4	4	5	5	5	5	5	4
8	5	4	5	5	5	4	5	5
9	5	5	5	5	5	4	5	5
10	5	5	5	5	5	4	5	5
11	3	4	4	4	5	4	5	5
12	4	4	5	4	4	4	5	5
13	5	4	5	4	4	4	5	4
14	5	4	4	4	5	4	4	4
15	5	3	4	4	5	4	4	4
16	5	5	5	4	4	4	5	4
17	5	3	5	4	4	4	5	4
18	4	5	5	4	4	5	5	3
19	4	3	5	5	4	5	4	3
20	5	3	4	5	4	5	4	3
21	5	4	4	3	3	2	4	4

22	5	3	5	4	4	5	5	4
23	5	4	5	3	5	4	5	4
24	5	4	5	4	5	4	5	4
25	3	5	5	4	5	4	5	4
26	5	5	5	4	4	4	4	3
27	5	4	5	4	4	4	5	3
28	5	4	5	4	5	4	5	3
29	5	4	5	4	5	3	4	4
30	5	3	5	4	5	3	5	4
SUMA	140	119	142	124	137	123	143	120

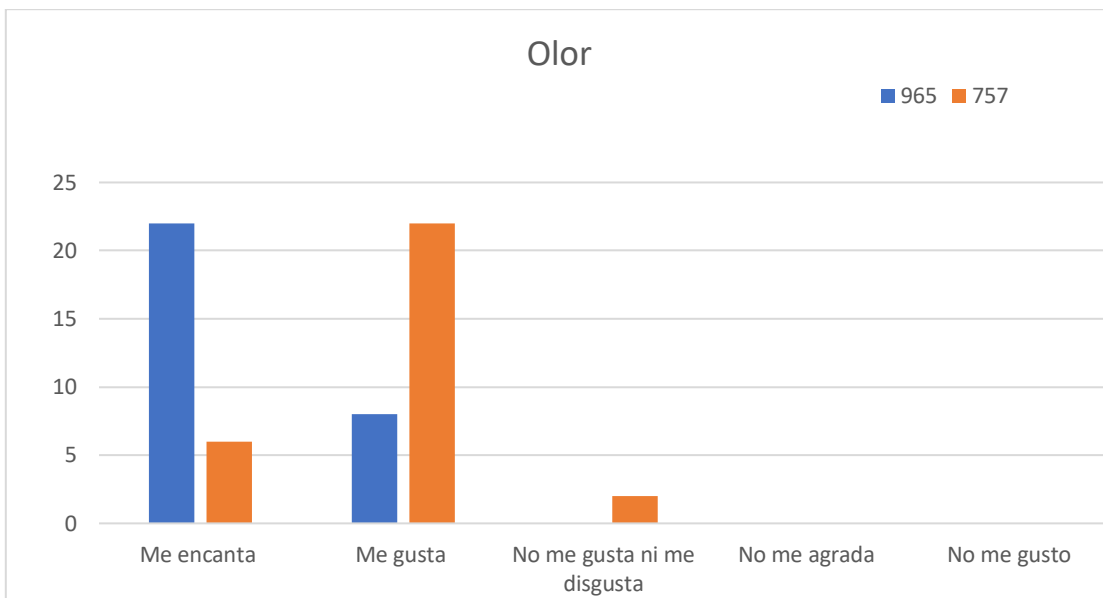
Podemos identificar que la muestra 965 tuvo una mayor aceptabilidad para el consumidor, en todos los parámetros a evaluar

En el aspecto de color del queso madurado con fermento de pulque existe una diferencia significativa entre los dos pulques siendo 965 el que tuvo mayor aceptación por los panelistas y el 757 el tratamiento menor aceptado.



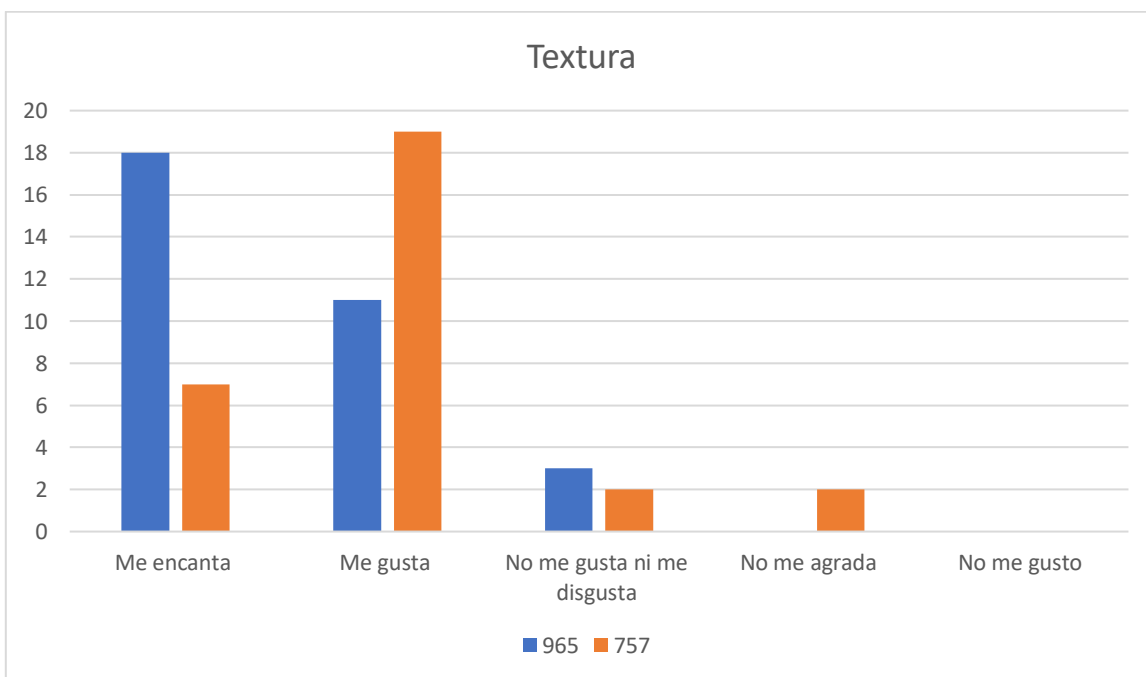
*Grafica 2. Evaluación sensorial del color*

Para los atributos del olor del queso maduro con fermento de pulque, existe diferencia significativa en los pulques ocupados teniendo una mayor aceptación el 965 y los atributos del 757 son los menos aceptados.



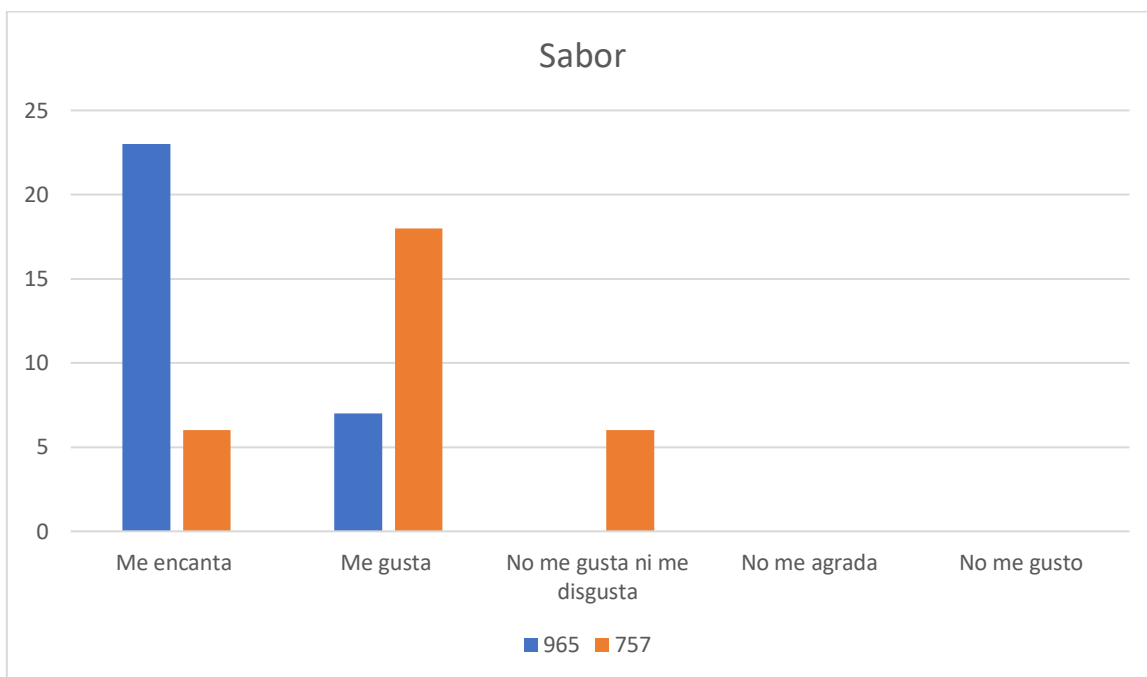
*Grafica 3. evaluación sensorial del Olor*

Se determina el atributo sensorial de textura del queso madurado con fermento de pulque que existen diferencias significativas para los panelistas siendo la muestra 965 con mayor aceptabilidad la del 757 es la menos aceptada.



*Grafica 4. evaluación sensorial de la textura.*

El sabor del queso madurado con fermento de pulque existe diferencia significativa entre la muestra 965 teniendo mayor aceptación a los panelistas, siendo 757 la muestra menos aceptada.



Grafica 5. evaluación sensorial del sabor

#### 7.4 Vida útil del producto terminado

Se determina las características del queso y las mediciones de pH estableciendo la vida útil del queso madurado con fermento de pulque almacenado a 8°C. Con la finalidad de identificar la caducidad del producto y con esto tener mejores parámetros para venta del producto terminado.

Imagen 10. Vida útil del queso



## 8. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación de la elaboración de un queso maduro con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla. Se concluye.

La estandarización de la materia prima, con análisis fisicoquímico y microbiológico para determinar la calidad de nuestro producto terminando, pudiendo ofrecer al consumidor un producto de calidad.

El rendimiento que se obtuvo en la elaboración del queso madurado con fermento de pulque en la zona de Esperanza Puebla, correspondiente a los dos tipos de pulque ocupados en la investigación, no representan una diferencia significativa, a lo que concluimos que no importa en que proceso de fermentación se encuentre el pulque, el rendimiento del queso va a permanecer igual.

La aceptabilidad que tuvo en la evaluación sensorial 965 (pulque joven) y 757 (pulque viejo) donde se evaluaron cuatro aspectos en el análisis sensorial; aroma, color textura y sabor. Nos indicaron que tiene mayor aceptación el pulque joven ya que tiene características organolépticas más agradables para el consumidor, teniendo una mayor aceptabilidad.

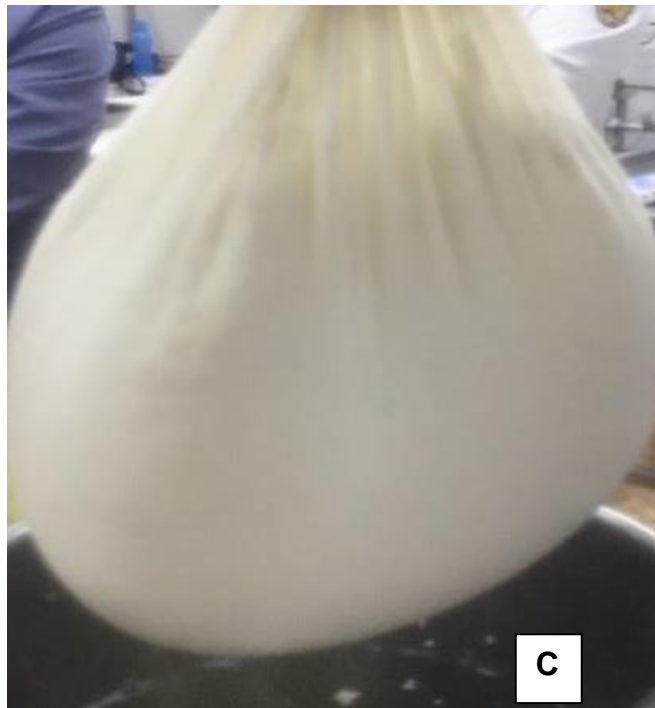
Fueron tomadas normas de otros países que tuvieran una similitud con la tesis ya que no se tenía registrado un producto y normas, buscando la regulación de un nuevo producto que tenga las mejores características para el consumidor.

Se determino el tiempo de vida útil del producto terminado sin que perdiera las características sensoriales. Monitoreando el pH para poder identificar presencia de un microorganismo patógenos.

Se hicieron pruebas para identificar si el queso se podía fundir al estar en contacto en contacto con calor. Donde se pudo determinar que el queso al estar en contacto con el calor no se gratinaba.

## 9. ANEXO

*Anexo 1. Proceso de elaboración del queso.*



Se muestra el proceso de elaboración del queso, donde la imagen A se lleva a cabo la pasteurización lenta de la leche, para que esté libre de microorganismos.

En la imagen B se muestra la formación de cuajada en la leche

En la imagen C estamos en el proceso de prensado del queso para retirar todo el suero sobrante.

#### *Anexo 2. Maduración del queso en pulque*







## 10. BIBLIOGRAFIA

- AGADELO D. y Bedoya o (2005). Composición nutrimental de la leche de ganado vacuno. Revista la salista de investigación, enero- junio. Año/ vol2, número 001. Comparación universitaria la salista. Antioquia- Colombia pp. 38-42.
- AMIOT, J, (1991). Ciencia y Tecnología de la leche. Principios y aplicaciones. Editorial Acrilbil S. A. Zaragoza España.
- Borgognone, M., Bussi, J. y Hough G., (2001). Principal component análisis in sensorory análisis: covariance or correlation matrix?. Food quality and Preference 12, 323- 326.
- Bruno et al, 2009. Foro intencional electrónico. Producción, ampliación y acción de los cultivos lácticos. Primera parte. Disponible en: Bulgaria. Book of abstract of the 7th symposium on Lactic Acid Bacteria.
- BURGO H., Cordero L. y Rodríguez, D. (2003). Elaboración de un queso semimadurado tipo Gouda Empleando quimosina, En La industria de alimentos ceta. calidad de os quesos; fundamento y aspectos generales. DR José Luis del obiso Apartado de correos 3092 Còrdala.
- Chambers IV, E. y Bowers, J., (1993). Consumer perception of sensory of qualities in muscle foods. Food Technology 11, 116-120.
- CARVALHO et I., 2002. Survival of freeze dried Lactobacillus plantarum and Lactobacillus rhamnosus during storage in the presence of protectants. Biotechnology Letters, 24, 1587- 1591. Cenzano, los quesos. Madrid, Edit. Mundi-prensa Libro, S.A., 1992
- Cervantes EF, Gómez AA, Altamirano CJR(2010). Impacto económico y ambiental de la quesería en el Valle de Tulancingo, Hidalgo (México) [resumen]. EAAE Seminar "Spatial dynamics in agrifood systems: implications for sustainability and consumer welfare. Parma, Italia
- Cervantes, M. y Pedroza, A. M., (2007). El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. NOVA- Publicación científica en Ciencias Biomédicas 8, 135- 146.
- CODEX ALIMENTARIUS (2001). Norma general del Codex para el uso del código lechero. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Segunda edición, Vol. 12 leche y productos lácteos
- CODEX ALIMENTARIUS, norma general de Codex para el queso. Codex alimentarius. Adoptado en 1997, revisado en 1999, enmienda en 2006-2008.
- COGAN, T.M., Hill, c. Cheese. Starter cultures. In: Fox, P,F. (Ed) cheese: chemistry, Physics and Microbiology, 2 ed. Chapman y hall, London, 1993. De la Torre, Hemà.
- Daban, M., (2002). Barcelona en busca de los sentidos. 1er encuentro internacional de ciencias sensoriales de la Percepción 2002.

- Damasio, M. H. y Costell, E., (1991). Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología Alimentaria* 31(2): 165- 177
- Escalante, A., Rodríguez, M. E., Martínez, A., López- Munguía, a., Bolívar, F. & Gosset, G., (2004). Characterization of bacterial diversity in pulque, a traditional Mexico alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *Federation of European Microbiological Societies* 235 Pp. 273- 279
- Escamilla, M, V. (2006). Evaluación instrumental de color en alimentos mexicanos tradicionales y de alto consumo, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. Pp. 2- 15.
- DECRETO 616 DE 2006, MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL COLOMBIANA.
- FERRELL, H.M., Jimenez D Flores, r., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. fermentation. In P. F. Fox, P. L .H. Mcsweeney, T.M. Cogan, y T. P. Guinee for ethanol fermentation: Effects of operating parameters. *Enzym Microbial Technology* S.J. y Hayer P(2002.),
- FROHLICH\_wyder y achmann, 2005. Cheese with propionic acid from cheese whey using microfermentation. *Biomass Bioenergy* FTIR, energy source utilization and autolysis type. *Food Sci. technol.* 2001. Vol 34.p.556D566.
- Garnica, M. G., (2008). Las cantinas y pulquerías del Centro Histórico. Reportaje de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM. Pp. 3,8-9.
- GERBER N.(1994). Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Santander, España. Graficas ROA.; p.23, 24, 25, 71,122, 123, 137,138.
- GRUPO INDUSTRIAL AISA S.A. leche (en línea). 18 de junio de 2009,
- GRANADOS, C., URBINA, G., ACEVEDO, D (2010) Desarrollo tecnológico del proceso artesanal del queso de capa en el municipio de Mompox, departamento de Bolivia. Programa ingeniería de alimentos. Universidad de Cartagena. Cartagena d. T. Y c. p. 29-92.
- Guerrero, L., Romero, A. Gou, P., Aletá, N. y Arnau, J., (2000). Sensory profiles of different walnuts (*Juglans regia* L.) *Food Science and Technology International* 6(3):207- 2016.
- H-J. Raeuber. (2011). Producción de quesos maduros. En H.- D. Tscheuschner, *Fundamentos de tecnología de alimentos* (pags, 536). Zaragoza España: Acribia S.A.
- JARAMILLO. (1999). La leche y su control. Guías de clase universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias agropecuarias, Medellín; p,48.
- Kato, T. A., Mapess, C., Mera, L.M., Serratos, J. A & Bye, R. A, (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. UNAM, comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. Pp. 116. México, D.F.
- Kemp, S. E., Hollowood, T., Hort, J., (2009). *Sensory evaluation A practical Handbook*. Wiley. Blackwell. United Kingdom.

- KETTING P. Y RODRIGUEZ H., (1999). Introducción a la lactología. editorial Limusa S.A. México.
- KETS, et al. 1996. Effect of compatible solutes on survival of lactic acid London, UK: Elsevier.
- L.Langhus, W. e. (1999). Queso. En n. W. Desroisier, Elementos de tecnología de alimentos (pag. 447). México: continental, S.A de C.V.
- Lawless, H. y Heymann, H., (1998). Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices. New York: Chapman & Hall, Pp. 430- 601.
- LONDOÑO, O (2009). Caracterización de quesos momposino y comparación con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores. Universidad nacional de Colombia sede Medellín.
- LUCEY Y SINGH, 2003. Acid coagulation of. In P. F.
- LUCEY, J. A Y FOX, P. F. (1993). importance of calcium and
- Madrid a., (1999). Tecnología quesera. Ediciones Mundi prensa, Madrid, España.
- MEILGAARD M., CIVILLE G., CARR B. (1986);: sensory Evaluation Techniques, CRC Press, inc., Boca Raton, Florida.
- MEJIA, G. Y SUPELVEDA J. Tecnología de los quesos procesados y madurados. Medellín: los actores; trabajo de investigación. Universidad
- MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL DE COLOMBIA. DECRETO NO. 616 (2006).. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa.
- Montesinos, R., (2003). Especificación croatica de gama de colores usadas en la industria del calzado, trabajo de investigación, Departamento Universitario de Óptica. Pp. 6-7.
- Murray, J. M., (2001). Descriptive sensory análisis: past, present, and future. Ood Reserch International. 34: 461- 471.
- MYCHAYLOVA et al, 2002 study on yogurt bacteria isolated from plant in Bulgaria. Book of Abstracto f the 7hh Symposium on Lactic Acid bacteri, EgmondaanZe; TheNethrlands, p.A 40.
- NTC-395. (2002). Guía general de evaluación sensorial.
- Piggott, J., Simpson, S. y Williams, S.,. (1998). Sensory analysis. International journal of Food Science 33: 7-18.
- Romero, G. A., (1997). Selección d un panel de análisis descriptivo. Tesis profesional. Departamento de ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- ROMERO J. (1995). Boletín informativo sobre calidad y protección de alimentos de la sociedad colombiana de ciencia y tecnología de Alimentos (SCTA). Santa Fe de Bogota 4-5-6-9. Sixth revisión. Journal of Dairy Science, 87(6), 1641-1674. Citado por: Strain. En: Journal of Applied Microbiology. Vol: 85, p.25D36
- Sancho, J., Bota, E, castro, J. J., (199). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones Universidad de Barcelona

- SCOUT R; (1991) editorial Acribia, Zaragoza, España. Factores y control del rendimiento de la fabricación de quesos. Mucia Furtado.
- Sierra Exportadora, (2013). Quesos maduros a conquistar el mundo. Boletín informativo chasqui, 1, 2.
- Sierra, P., (2005). El Maguey, El Pulque y sus deidades. Tesis de Maestría, UNAM-Posgrado en estudios Mesoamericanos. Pags. 14-15.
- Stone, H. Sidel, J., Oliver, S., Woolsey A. y Singleton, R., (1974). Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Food Technology 28(11): 24- 34.
- TANGO, M.S.A., CHALY, A.E, 1999. Amelioration of lactic acid production Tecnología de quesos, fundamentos teóricos, Cesar Vega Romero, 2004. Technol. 38, 711-718.
- Taylor, A. & Linforth, R., (2010). Food Flavour Technology. Wiley- black Well. USA. 2 edition.
- Thompson, J. Drake, M. A., Lopetcharat, K. & Yates M., (2004). Preference Mapping of Commercial Chocolate Milks. Journal of Food Science 69(9): 406-413.
- Torricella, M. R. G., Zamora, U. E. & Pulido, A. H., (2007). Evaluación sensorial, aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. Editorial universitaria, "da. Edición La Habana. Pp.137.
- TRUJILLO E, NORIEGA D. (2001). detección genética de la kappa- caseína en diferentes razas bovinas. Despertar lechero. ;(18) 189-197. Colanta
- VEISSEYRE, R.(1988) Lactología Técnica Editorial Acribia, tercera edición, Zaragoza España p.p 12-36.
- Villegas DGA (2012). Tecnología quesera. 2ª ed. México: Trillas.
- WALSTRA P. Geuts, T. J, Noomen, A, Jelleman, A y Boekel, Van, M.(2001). Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia, S,A, Zaragoza (España).
- WEINRICHTER, B. et al. Differentiation of facultatively heterofermentative lactobacilli from plant milk, and hard type cheese by SDS-PAGE, RAPD,
- Zela, J M. 2005. ASPECTOS NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICOS DE LA LECHE. Dirección General de promoción Agraria. Disponible en : [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelal leche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelal leche.pdf)