



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ELABORACIÓN DE LECHE DE BORREGA ENLATADA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA:

SERGIO SAN JUAN AGUSTINA



MÉXICO, D.F.

AÑO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	3
2.1 Panorama mundial de la producción de ganado ovino	4
2.1.1 El ovino de leche a nivel mundial	5
2.1.2 Principales razas lecheras	7
2.1.3 Situación actual y perspectivas de la ovinocultura en México	10
2.2 Características anatómicas y fisiológicas del ovino lechero	13
2.2.1 Sistema reproductor en la hembra:	
Anatomía y funcionamiento	14
2.2.1.1 Ciclo estral y su regulación	16
2.2.2 Anatomía de la ubre	20
2.2.3 Secreción de los componentes de la leche	23
2.2.3.1 Secreción de la grasa de la leche	24
2.2.3.2 Secreción de las proteínas de la leche	25
2.2.3.3 Secreción de la lactosa de la leche	26
2.2.3.4 Secreción de los iones de la leche	27
2.2.4 Reflejo de emisión de leche	28
2.2.5 Aparato digestivo: anatomía y funcionamiento	30
2.3 Tipos de producción ovina	36
2.3.1 Principales objetivos de producción	36
2.3.2 Explotación extensiva	37
2.3.3 Explotación intensiva	38
2.3.4 Explotación semi-intensiva	38
2.3.5 Distribución de los ovinos en México y las características de las zonas productoras	39
2.3.6 Alimentación y nutrición del ganado ovino	41

2.4 Calidad de la leche ovina -----	45
2.4.1 Características fisicoquímicas de la leche ovina	
en comparación con la leche bovina -----	45
2.4.2 Los efectos en la salud: Ventajas y	
desventajas de la leche de oveja -----	50
3 OBJETIVOS -----	54
4 MATERIAL Y MÉTODOS -----	55
4.1 Protocolo experimental del proceso para la elaboración de	
leche de borrega enlatada -----	55
4.2 Análisis fisicoquímicos de la materia prima. Pruebas de plataforma	
y caracterización de la leche de borrega -----	56
4.3 Análisis microbiológicos de la materia prima -----	57
4.3.1 Cinética de crecimiento de los microorganismos	
sobrevivientes a la pasteurización -----	57
4.3.2 Termorresistencia de los microorganismos	
sobrevivientes a la pasteurización -----	57
4.4 Proceso de enlatado y esterilización -----	58
4.5 Vida de anaquel acelerada -----	58
4.6 Análisis fisicoquímicos del producto terminado -----	59
4.7 Diseño de etiqueta -----	59
4.8 Propuesta de diseño de planta a nivel industrial -----	59
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	60
5.1 Pruebas de plataforma y caracterización de la leche de borrega -----	60
5.2 Pruebas microbiológicas -----	62
5.2.1 Microbiología de la leche de borrega por método de dilución	
y vertido en placa -----	62

5.2.2 Cinética de crecimiento de los microorganismos	
<i>sobrevivientes a la pasteurización</i>	64
5.2.3 Termorresistencia de los microorganismos	
<i>sobrevivientes a la pasteurización</i>	68
5.2.3.1 Determinación del tiempo de reducción decimal	
<i>de la población microbiana (D)</i>	68
5.3 Vida de anaquel acelerada	70
5.4 Análisis fisicoquímicos del producto terminado	75
5.5 Diseño de etiqueta	76
5.6 Diseño de planta a nivel industrial	76
5.6.1 Estados financieros	76
5.6.2 Planeación de producción	86
5.6.3 Tamaño de producción	87
5.6.4 Diagrama de Gantt	88
5.6.5 Distribución de la fábrica	89
6 CONCLUSIONES	97
7 BIBLIOGRAFÍA	98

ANEXO A

<i>Aplicaciones de la leche de borrega en la gastronomía</i>	105
--	-----

1 INTRODUCCIÓN

La leche de los pequeños rumiantes, como la de oveja y cabra, presenta un especial interés económico en determinadas zonas del planeta. En los países de la cuenca mediterránea se llega a producir el 66% de la leche de oveja a nivel mundial y el 18% de la de cabra. En países subdesarrollados, la producción de esta clase de leche ha llegado a constituir una estrategia útil para hacer desaparecer la desnutrición, sobretodo en la población infantil (Haenlein, 1996).

Independientemente de lo anterior, hay que considerar cómo la producción de pequeños rumiantes presenta un interés particular, resultando ser el recurso sostenible con mejores expectativas de rentabilidad económica y estabilidad demográfica, principalmente en las zonas desfavorecidas, zonas áridas y semiáridas. Estas especies explotadas de manera extensiva o semiextensiva, con base en razas autóctonas, presentan el interés de preservar la variabilidad genética, alcanzando bajos costos de producción, por el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, produciendo alimentos de una alta calidad, leche para la industria y carne de animal joven (Boza, 1991).

La principal justificación económica de la producción de leche de oveja reside en su elevado contenido de sólidos (19.30%), lo que le confiere, frente a la de vaca o cabra (12.01% y 12.97% respectivamente), una mejor calidad desde el punto de vista tecnológico, lo que garantiza su mayor rendimiento quesero en comparación con la leche de vaca. Sin embargo, muy pocas veces se piensa en leche de oveja como un alimento de extraordinario valor nutritivo, rico en nutrientes esenciales y principios bioactivos (beneficios para la salud humana) y con grandes potencialidades como alimento actual y de futuro en la dieta humana. Es precisamente en esta calidad nutritiva de la leche de oveja y en su asociación con la salud del consumidor donde hay que buscar nuevos argumentos económicos para su viabilidad económica futura (Gonzalo y Asensio, 2009).

En este caso, la producción lechera ovina juega un papel fundamental como medio de subsistencia y mantenimiento de la población rural, en áreas donde otras producciones como el vacuno no pueden tener lugar. Sin embargo, en los últimos años la producción de leche de oveja está siendo planteada como una alternativa en algunos países desarrollados o en vías de desarrollo en los que esta producción no es tradicional, para la obtención de productos de calidad y con alto valor en el mercado (Ruíz y Lavín, 2000).

Actualmente existe un amplio nicho de mercado para productos derivados de leche de oveja, como los quesos, yogurts, requesón, base para helados, chocolates, cosméticos, etc.

El objetivo de este estudio es lograr establecer las condiciones necesarias para la elaboración de leche de borrega enlatada.

Así como la propuesta del establecimiento de una planta procesadora de dicho producto cuya capacidad de producción sea de 1000 latas por día.

2 ANTECEDENTES

Poco se sabe del origen de la oveja doméstica, *Ovis aries*. Es un mamífero cuadrúpedo ungulado (que cuenta con pezuña) rumiante doméstico, usado como ganado, se originó a partir de la domesticación del muflón en Oriente próximo hacia el IX milenio a.C. con el objetivo de aprovechar su piel, lana, carne y leche de las hembras, tienen una longevidad de 18-20 años, su carne y leche se aprovechan como alimento, con la leche puede elaborarse derivados lácteos, entre los que destaca el queso, con su lana se elaboran distintos productos, especialmente ropa, el cuero es otro subproducto ampliamente utilizado, a la hembra se le llama oveja y al macho carnero, las crías de la oveja son los corderos y los ejemplares jóvenes son conocidos como moruecos, un grupo de ovejas que conforman el rebaño y al cercado donde se meten se le denomina brete o corral (Hernández y González, 2010).

Es cuando menos difícil remontarse a los orígenes exactos de la utilización del ganado ovino. Se sabe que el rebaño de ovejas ha acompañado el desarrollo de la civilización en el Mediterráneo. En numerosos escritos antiguos como el Antiguo Testamento, la Ilíada o la Odisea aparecen relatos pastoriles, en los cuales el rebaño de ovejas ha acompañado al hombre de esas épocas. Se encuentra igualmente relatos del ordeño de las ovejas y de la fabricación del queso.

La leche de oveja se ha considerado siempre como una leche de características específicas, y en ciertos casos, como un producto más noble que las otras leches.

Si nos situamos en los planos científicos y técnicos, podemos intentar situar más exactamente sus semejanzas y diferencias con otras leches más difundidas como las de vaca y cabra (Luquet, 1991).

La oveja fue traída a América alrededor del año 1500. Los primeros colonizadores españoles introdujeron las ovejas en Cuba las que se multiplicaron rápidamente en los abundantes pastos de la isla, los colonizadores que se establecieron en México,

Honduras y otras regiones de las Américas, acudieron a Cuba para la adquisición de animales, como en estos países abundaba el oro, los criadores de Cuba vendían sus animales a muy buen precio, entre los años 1512 y 1515, una oveja llegó a tener precios casi fabulosos y los criadores le prestaban una esmerada atención, pero el suelo virgen de las Américas fue tan favorable como el nuestro para la rápida multiplicación de los animales y pronto perdió Cuba estos mercados de explotación y es a partir de esta época que las ovejas se multiplicaron prolíficamente en curiosos cruces caprichosos que propiciaban el descuido y la ignorancia de los cada vez menos interesados criadores. Muchas veces los españoles, habituados a la explotación de ovejas, trataron de revivir el interés en la cría de estos animales, se importaron buenos ejemplares lanares españoles, pero también se adquirieron ovejas africanas y asiáticas que carecían de lana, así encontró la Revolución nuestro pobre ganado ovino; raquíptico, parasitado, mal emplazado, peor tratado y mal alimentado, como resultado de esto las ovejas tenían baja productividad y en cuanto al ganado de raza ni se hablaba (Hernández y González, 2010).

2.1 Panorama mundial de la producción de ganado ovino

Históricamente la producción ovina en el mundo ha sido y es importante no solo por la lana sino también por su carne, su leche y su capacidad de generar empleo, reteniendo la población en el medio rural.

Entre las posibilidades que ofrece el ovino, fundamentalmente para el caso del mediano o pequeño productor con poca capacidad de inversión pero con espíritu innovador, está la producción de leche y queso de oveja. La leche de oveja es un producto muy valorado no sólo por sus cualidades gastronómicas y nutraceútics proporcionando beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y/o tratamientos de enfermedades tales como el asma, insuficiencia pancreática, problemas de la piel, entre otras sino también por su alto contenido graso, extracto seco y rendimiento industrial. Desde el punto de vista comercial los quesos son productos de alto valor agregado, exquisiteces para estratos sociales de buen poder

adquisitivo, restaurantes, así como para ciertas colectividades que tradicionalmente son consumidoras de estos productos (Suárez y Buseti, 2005).

2.1.1 El ovino de leche a nivel mundial

En el marco pecuario mundial y de acuerdo con los datos y estimaciones estadísticas actualmente disponibles, la producción de leche de oveja a nivel mundial para el año 2011 osciló en 9, 262, 607 toneladas en comparación con los 8,994, 632 toneladas producidas en el 2008 (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de leche de oveja en el mundo.

Región	Producción de leche de oveja (Ton)			
	2008	2009	2010	2011
Mundo	8,994,632	9,423,316	9,890,478	9,262,607
Asia	3,911,101	4,405,959	4,557,236	4,534,729
Europa	3,108,632	2,981,405	3,126,066	3,061,006
África	1,937,008	1,997,363	2,166,569	1,626,265
América	37,891	38,589	40,607	40,607

Fuente: FAO (2012).

Se puede apreciar también en dicha tabla que la producción de leche de oveja por continente (que comprende desde el año 2008 al 2011) presenta una ligera variación en las cantidades reportadas esto debido posiblemente a las condiciones ambientales, el cuidado y la dieta alimentaria del ganado ovino reflejándose en los rendimientos de producción de la misma.

Cabe destacar que el 50-60% del ovino de leche se ubica en países donde la producción es baja o muy baja, por lo que se distribuye geográficamente de forma muy irregular en el mundo. Así el principal productor es Asia con el 47% del total mundial, le sigue en importancia Europa con un 33%, en tercer puesto se encuentra África con el 20% del total producido y en toda América la producción es casi

testimonial (Sánchez, 2007).

Tabla 2. Producción mundial de leche de las principales especies domésticas.

Especie	Producción en toneladas			
	2008	2009	2010	2011
Vaca	585,107,609	586,271,322	597,608,883	606,660,839
Búfala	85,485,626	88,315,205	92,236,864	93,016,859
Cabra	16,174,341	16,416,660	17,279,077	15,855,612
Oveja	8,994,632	9,423,316	9,890,478	9,262,607

Fuente: FAO (2012).

Teniendo en cuenta esta realidad, no cabe duda que, en términos de producción absoluta, la leche de oveja a nivel mundial es extraordinariamente baja reportándose la cantidad de 9, 262, 607 toneladas frente a 606, 660, 839 toneladas que se producen de leche de vaca siendo este último la de mayor producción y consumo. Ello significa, hablando siempre en plan global, que la leche de oveja apenas supone un 1.5% de la producción de leche total en el mundo, ya sea de vaca, búfala y/o cabra (Tabla 2).

En cambio, a nivel cualitativo, la leche de oveja ocupa, sin lugar a dudas, un papel mucho más importante del que inicialmente, le puede corresponder en función de su volumen de producción. Esto es debido fundamentalmente a dos factores:

- a) La leche de oveja es la base para una serie de productos de alto valor añadido: queso, yogurt, etc.
- b) En los países subdesarrollados, y en algunos en vías de desarrollo, el ovino de leche (y el caprino) juega un importante papel en las economías “de subsistencia”.

2.1.2 Principales razas lecheras

El ganado ovino es una de las especies animales que tiene mayor capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas. Es un tipo de ganado que es capaz de convertir diversos tipos de forrajes de áreas poco apropiadas para la agricultura como áreas montañosas, desérticas, y semidesérticas, en lana, carne, y leche (Coronel, 2007).

Las razas ovinas se pueden clasificar según su aptitud en productoras de carne, leche y lana.

A continuación se mencionara las razas más representativas en el ramo lechero:

Texel. La raza Texel se originó en Holanda, a finales del siglo XIX. Es utilizada para la producción de leche en el norte de Europa y por sus excelentes características se ha extendido en toda Europa, principalmente en Francia. El continente americano no escapa a esta propagación, tanto en el norte como en el sur, la presencia de esta raza está en Chile, Uruguay, Estados Unidos y México.

Es un ovino de tamaño grande, llegando las hembras a pesos de 70 o más kilogramos y los machos hasta 120 kilogramos. También se caracteriza por su alta prolificidad y se cría como raza pura para producir sementales empleados en cruzamientos, con el objeto de mejorar la aptitud lechera o cárnica de otras razas.

Black Belly. El borrego Black Belly o barbados es un ovino originalmente de áreas tropicales, desarrollado en la isla de barbados. Actualmente se encuentra diseminado por todo el caribe y partes de norte, centro, y sur de América. Según reportes de registros del 2007 por parte de la Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO), México ocupa el tercer lugar, motivo por el cual se puede afirmar que está ampliamente difundida en todo el territorio nacional, desde el trópico hasta las áreas templadas.

Este borrego se caracteriza por ser un animal muy rústico, prolífico, no estacional, con excelente habilidad materna y abundante producción de leche que permiten a las hembras criar de dos o tres corderos con facilidad, si cuentan con una adecuada alimentación.

El Black Belly es un borrego de pelo de talla media, con una coloración específica de marrón y negro, con cabeza alargada de orejas medianas y rectas, con perfil recto, básicamente en los machos. Cuello largo, el peso adulto en hembras va de los 40 a los 45 kilogramos y en machos de los 60 a 80 kilogramos.

East Friesian, la raza lechera por excelencia. Originaria de las provincias de Friesland en Holanda y East Friesian en Alemania, donde se le conoce con el nombre de Ost Friesisches Milchschaft. Es reconocida como la mejor productora de leche en el mundo. También reporta su existencia en Austria y Suiza. Su llegada a América se dio vía Canadá en 1996 y a México llegó en 1997. Se explota de forma semiestabulado en Querétaro, Hidalgo y Guanajuato.

Estos ovinos son de porte grande; los machos alcanzan pesos de 90 a 120 kilogramos, mientras que las hembras de 80 a 100 kilogramos. Tienen lana en el cuerpo a excepción de la cabeza, patas y ubre; no tienen cuernos. Sus huesos son planos, características que indican una alta inclinación a la producción láctea. Tienen ubres bien implantadas de gran capacidad.

Además en el aspecto reproductivo, la East Friesian reporta altas tasas de fertilidad y es muy prolífica, alcanzando hasta 230% de los corderos destetados. Su lactancia varía de 700 a 800 litros, pudiendo alcanzar los 1000 litros, con una duración de 220 a 250 días.

Es una raza muy precoz, pudiendo parir a edades tan tempranas como de los 14 a 16 meses. Tienen un marcado instinto materno.

Dorset. El origen de Dorset se desconoce a ciencia cierta. Es posible que la raza merina, en la parte suroeste de Inglaterra, se haya cruzado con la raza de Gales en la época en que España intentó conquistar a aquella nación y de allí haya surgido una oveja de doble rendimiento que logró satisfacer las necesidades en esos tiempos.

En los últimos años, en Estados Unidos la raza Dorset ha registrado un aumento considerable en su número al mostrar los productores más interés por ella. En México, aunque existe desde hace unos 25 años, en la última década se ha observado gran interés por cruzar otras razas con ovinos Dorset. Hoy se encuentran en Jalisco, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Chiapas, Chihuahua, Querétaro y Guanajuato.

Son de tamaño mediano y largo, de conformación cárnica, de lana blanca y densa. La borrega pesa entre 60 y 70 kilogramos y los machos entre 120 y 160 kilogramos.

Esta especie se caracteriza por entrar en celo en cualquier época del año, por lo cual es factible implementar con ellos un sistema acelerado de producción con partos cada ocho meses, las borregas producen gran cantidad de leche y poseen un elevado instinto materno, lo cual las lleva a producir crías de crecimiento sorprendente.

Hampshire. Es una raza originaria del condado de Hampshire en Inglaterra, esta raza llegó a América en 1880.

Se encuentra en Hidalgo, Estado de México, Jalisco, Querétaro, Distrito Federal, Morelos, Guanajuato, Chihuahua, Tlaxcala, y Puebla.

Las hembras tienen un alto instinto materno y son buenas productoras de leche, registran un acelerado crecimiento, son de fecundidad promedio, longeva y fácil de cuidar, los corderos son grandes al nacer por lo que se recomiendan sólo hembras grandes para reproducción.

Es un borrego largo de tamaño medio, de cara negra, lana blanca, miembros fuertes cubiertos de lana, los sementales llegan a pesar de 140 a 180 kilogramos y las hembras adultas de 80 a 110 kilogramos (Almanza, 2007).

2.1.3 Situación actual y perspectivas de la ovinocultura en México

La ovinocultura en México se considera que es una de las actividades ganaderas que tienen más posibilidades de aumentar su rentabilidad y por tanto generar empleos y un ingreso digno a los productores agropecuarios.

Un rebaño de ovejas logra proveer de alimento a la familia, carne y leche y otros productos como pelo, piel, lana y el estiércol.

De ahí su importancia, desde el punto vista económico, ya que representa un medio de ingreso y fuente de alimentos de numerosas familias campesinas que tienen acceso a menos de un salario mínimo, encontrándose en las regiones más extremas y pobres del país (Carrera, 2008).

En México tradicionalmente los pequeños rumiantes han estado en manos de los productores más marginados, de bajos recursos económicos y alejados de los beneficios de la asistencia técnica y la tecnología (Cuellar, 2007).

Aproximadamente el 80% del rebaño ovino nacional pertenece a productores de escasos recursos con bajo nivel tecnológico y con muchas limitantes, mientras que el 95% del inventario nacional está formado por ganado criollo, y solo el 5% restante por razas especializadas (Pérez, 2006).

Es innegable, que en general, este sector atraviesa por una compleja situación de crisis y estancamiento, misma que se refleja en bajas tasas de rentabilidad, deterioro de la competitividad, pérdida de empleos, crecimiento sostenido de las importaciones agroalimentarias y déficit en la balanza comercial agropecuaria.

Este entorno desfavorable, ha traído como consecuencia un abandono del medio rural por millones de productores agropecuarios, que al no poder cruzar la frontera, dada la recesión en los Estados Unidos, se ven obligados a engrosar el ejército maquilador de reserva y/o a formar parte de las crecientes cifras de desempleo en las grandes y medianas ciudades del país (Carrera, 2008).

En los inicios del siglo pasado, cuando se fraccionaron las grandes superficies de pastoreo, transformándolas en áreas de cultivo, así como por la atomización de los rebaños ovinos, se afectó en gran medida a la producción y productividad nacional, marginándola a los sectores más pobres de la población, orientados básicamente a explotaciones de subsistencia.

Los modelos productivos prevalecientes, en su gran mayoría son rebaños con índices de producción deficientes y con poco interés de los productores en constituir una empresa económicamente redituable, sin embargo, es reconocida como una actividad importante dentro del subsector ganadero, por el alto valor que representa al constituir un componente beneficioso para la economía del campesino de escasos recursos y por tener sus productos una gran demanda especialmente entre la población urbana principalmente en las grandes ciudades como el Distrito Federal y el área conurbada del Estado de México, Guadalajara y Monterrey. La orientación de la ovinocultura mexicana es primordialmente hacia la producción de carne obteniéndose altos precios en pie y canal en comparación a otras especies pecuarias (Almanza y Almanza, 2006).

Los índices productivos registrados en los sistemas de ovinos en México muestran un incremento en los últimos años resultado de un mayor interés de los inversionistas y a los apoyos gubernamentales para esta actividad. No obstante, la producción ovina, en muchos casos, es una actividad secundaria o complementaria, pues difícilmente un ovinocultor puede subsistir íntegramente de los ingresos que le genere esa actividad. En la actualidad es factible vislumbrar dos tipos de productor de ovinos, por un lado, el pequeño, con un reducido número de cabezas de ovinos,

lo que constituye la ovinocultura social; por otro lado, está la ovinocultura empresarial de vanguardia, dedicados a la producción de animales para el abasto y generadores de pie de cría de buena calidad genética, con grandes rebaños y donde se pretende una utilidad financiera sobre la inversión (Cuellar, 2007).

En México se explotan masivamente ocho razas: Rambouillet, Suffolk, Hampshire, Dorset, Pelibuey, Black Belly, Katahdin, y Dorper, que componen prácticamente el inventario ovino mexicano. Existen pequeños núcleos de Saint Croix, Romanov, Texel, East Friesian, Dorper blanco, Charollais, Arcot y ovino criollo.

La distribución geográfica del ganado ovino abarca la mayoría de los estados de la república mexicana siendo las entidades federativas en orden de importancia: Jalisco, Querétaro, Nuevo León, Hidalgo, Tamaulipas, Yucatán, Guanajuato, Estado de México, y Veracruz (Arteaga, 2007).

Sin embargo, la producción de leche ovina es una actividad poco conocida en el país, y por lo tanto carece de tradición productiva e industrial, no obstante, se trata de un sector con una rápida y creciente expansión en otras latitudes.

En México, esta industria es incipiente, pues no tiene más de 20 años, y la primera granja que se edificó con fines comerciales, no lleva más de 10. Además, cada año se importan de Europa, sobretodo de España y Francia, miles de toneladas de queso de oveja, con un precio aproximado-para el consumidor final- de 400 pesos el kilogramo, aunque el roquefort alcanza hasta los 700 pesos.

Por lo que en los últimos años (2008) investigadores de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán dirigidos por el maestro en ciencias Arturo Trejo González, realizaron estudios en materia de inseminación artificial para crear una raza nacional de ovejas, que produzca más leche bajo los sistemas de ovinos en México y, por ende, mejores ganancias a los productores.

Hasta el momento, los universitarios lograron una camada de seis corderas denominadas cinco octavos, por tener cinco de las ocho partes genéticas de la raza

lechera East Friesian; además, dos de la Romanov, que son más prolíficas (más de dos crías por parto), y una de Columbia, que es la clase materna.

A partir de aquí, se someterán a un tratamiento de superovulación cuando las ovejas tengan su primer parto para que cada una pueda alcanzar entre cinco y siete crías al año, utilizando otras razas como madres sustitutas, mediante la transferencia de embriones. Se espera que la variedad mexicana produzca medio litro del lácteo al día. Una oveja lechera da en promedio 800 mililitros y una que no lo es 400 mililitros, indicó el académico Trejo González.

Mediante esta opción será posible obtener ovejas lecheras adaptadas a las condiciones del sitio donde se ubiquen. Normalmente estas razas son grandes, pesan 50 kilogramos y con frecuencia alcanzan los 70 kilogramos y se requiere de forraje abundante para su alimentación. Por ello, la oveja mexicana tendrá 40 kilogramos, máximo 50; su producción será menor pero también su consumo de pastizal.

Así el mercado potencial, poco explorado hasta ahora, es prometedor, no sólo para la ingesta nacional, sino para la exportación hacia Estados Unidos y Canadá, donde tampoco existe industria desarrollada (Lugo, 2008).

2.2 Características anatómicas y fisiológicas del ovino lechero

En teoría, teniendo en cuenta criterios estrictamente biológicos, es decir no productivos, una oveja puede vivir entre 12 y 15 años. Sin embargo, algo muy diferente es la duración efectiva de su vida útil, es decir el tiempo que dura su etapa productiva.

En ganadería, el concepto de vida útil está ligado a la eliminación de los animales reproductores del rebaño a partir de una determinada edad, ya que empiezan a manifestar desarreglos de muy diversa índole y desciende claramente su rendimiento, sobre todo en el aspecto reproductivo. Así en un rebaño de ganado ovino la vida media de una oveja oscila entre los 6 años, pudiendo alargarse hasta

los 7 u 8 años, mientras que los machos son repuestos cada 4 ó 5 años (Sánchez, 2007).

2.2.1 Sistema reproductor en la hembra: anatomía y funcionamiento

El estudio de su fisiología reproductiva es necesario para alcanzar la máxima eficiencia en la producción, ya que representa grandes variaciones en su comportamiento dependiendo de la raza, el clima, el manejo y la latitud geográfica bajo las cuales se realice su cría.

En las hembras de los ovinos, el sistema reproductor se encuentra directamente por debajo del recto, separado de éste por el saco rectogenital, e incluye las siguientes estructuras: los ovarios, las trompas u oviductos, el útero, el cuello uterino o cérvix, la vagina, y los genitales externos o vulva.

A excepción de los ovarios, el resto del sistema reproductor puede considerarse como un tubo interconectado constituido por capas concéntricas de tejido con distintos rasgos según el órgano considerado, pero que básicamente puede describirse como: una capa externa o serosa, una muscular, una submucosa y una interna o mucosa.

La capa serosa, compuesta por un epitelio plano simple de células, es la continuación de la capa de peritoneo que recubre o tapiza otros órganos incluidos en la cavidad peritoneal. En ciertos lugares esta capa forma pliegues o ligamentos, tales como el uteroovárico que mantiene a los ovarios próximos al útero.

La capa muscular está compuesta por dos capas de tejido muscular liso, una externa cuyas fibras se disponen longitudinalmente al eje mayor del órgano y una interna con fibras de disposición circular. Estas capas musculares le proporcionan movimientos contráctiles al contenido de los órganos y permiten el transporte de sus secreciones y de los óvulos producidos por los ovarios. La capa muscular del útero (o miometrio) es también importante en la expulsión del feto y de las membranas fetales durante el parto.

La capa submucosa está compuesta por tejido conectivo, encontrándose en su espesor fibras nerviosas, linfáticos y vasos sanguíneos que nutren además a la capa mucosa. En las trompas de Falopio el epitelio es cilíndrico simple con muchas células ciliadas y glándulas caliciformes unicelulares que producen moco. El epitelio uterino es cilíndrico simple y se introduce hacia el interior de la mucosa para formar glándulas; este epitelio recubre también la porción anterior del cuello uterino. La vagina posee epitelio plano estratificado, variedad destinada a proteger al órgano durante la cópula.

Los ovarios son órganos bilaterales pequeños (0.5 a 3 gramos), de forma ovalada, cuya función primaria es la de producir los gametos femeninos u ovocitos y secretar hormonas como los estrógenos, la progesterona, la oxitocina, la inhibina, y la activina.

Están cubiertos de una capa externa simple de células cúbicas denominada antiguamente epitelio germinativo pero sin función reproductiva.

La corteza ovárica tiene una capa de tejido conectivo delgado que la recubre, y está compuesta por tejido conectivo y folículos ováricos en diferentes estadios de crecimiento o desarrollo (primarios, secundarios, preovulatorios) y el cuerpo lúteo.

Los oviductos de unos 10-20 cm de largo, conectan los ovarios con los cuernos uterinos; una delgada hoja de peritoneo forma parte del ligamento que sostiene al útero. En su extremo en contacto con los ovarios, las trompas presentan un agrandamiento que está cubierto por amplias vellosidades, cuya función es dirigir el ovocito hacia su interior una vez producida la ovulación. El epitelio ciliar de las trompas favorece el transporte de él (los) ovocito(s) hacia una porción relativamente ancha llamada ampolla, donde suele producirse la fecundación. El ovocito fecundado (óvulo) es arrastrado hacia una porción más pequeña (istmo), próxima a la unión de las trompas con los cuernos uterinos (unión uterotubárica).

El útero conecta el oviducto con la vagina y está formado por dos cuernos (9-16 cm de largo) y un pequeño cuerpo uterino (3-5 cm). El útero se abre hacia la vagina a través de un canal cervical simple (cuello uterino). En los rumiantes, la superficie del endometrio se caracteriza por la presencia de áreas ausentes de glándulas pero altamente vascularizadas, que dan lugar a la porción materna de la placenta y reciben la denominación de carúnculas. El cuello uterino (4-7 cm) separa al útero del medio externo. Desde el punto de vista anatómico se caracteriza por presentar una pared gruesa de tejido muscular liso, tejido conjuntivo y glándulas que secretan moco en su porción interna.

La función principal del cuello es producir mucus, el cual fluye desde el cérvix hacia el exterior y permite no sólo lubricar la vagina durante el coito, sino también el ascenso de los espermatozoides hacia el útero durante el celo.

La vagina es el lugar donde el macho deposita el semen durante la cópula. Comunica el aparato reproductor femenino con el exterior a través de la vulva y es aquí donde desemboca la uretra proveniente de la vejiga. En los labios vulvares (región de forma triangular con vértice hacia abajo) se localizan glándulas secretoras de moco y el clítoris, que es un órgano eréctil y sensible (Morello y Chemineau, 2004).

2.2.1.1 Ciclo estral y su regulación

La función reproductiva en ovejas se manifiesta a través de un ciclo de actividad ovárica anual, que comprende dos periodos más o menos marcados según sea la latitud donde estas especies se han desarrollado: la estación de actividad sexual o época de apareamiento y la estación de anestro o de contraestación. El periodo de actividad sexual se caracteriza por presentar un segundo ciclo, el ciclo estral, el cual se acompaña de ovulaciones. Si la oveja no queda preñada, estos ciclos se suceden en forma regular, lo que permite a la hembra contar con repetidas oportunidades de copular y quedar preñada.

Múltiples cambios neuroendocrinos están asociados a estos ciclos que resultan de la interacción coordinada de varios tejidos: el hipotálamo, la glándula pineal, la glándula pituitaria, el ovario, el útero y la placenta.

El sistema nervioso central (SNC), por acción de la hormona liberadora de las gonadotrofinas hipofisarias (GnRH), estimula en la adenohipófisis la síntesis y secreción de las hormonas luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH). Estas gonadotrofinas hipofisarias estimulan en las gónadas (ovarios), la esteroidogénesis o síntesis de los esteroides gonadales (estrógenos y progesterona) y junto a ellos participan en el desarrollo de los folículos ováricos y en la ovulación.

Otra hormona secretada por la adenohipófisis, la prolactina, interviene también en los fenómenos reproductivos, estimulando principalmente la producción de leche durante la lactancia.

Un ciclo estral se considera normal cuando su duración es de 14-19 días. Comprende dos grandes fases denominadas por las estructuras presentes en el ovario durante cada fase del ciclo: la fase folicular y la lútea.

La fase folicular dura alrededor del 20% del ciclo estral y es el periodo que se extiende entre la luteólisis y la ovulación. Durante esta fase, la estructura ovárica primaria está constituida por el folículo preovulatorio, el cual produce predominantemente estradiol. Esta fase tiene dos periodos: el proestro y el estro.

El proestro comienza cuando la concentración de los niveles plasmáticos de progesterona disminuye por debajo de 1 ng/mL como consecuencia de la acción de las prostaglandinas uterinas ($\text{PGF}_{2\alpha}$), que provocan la luteólisis. Esto permite el incremento de la frecuencia de los pulsos de la secreción tónica de LH y un aumento también en la secreción de FSH. De este modo las gonadotrofinas hipofisarias estimulan el crecimiento de los folículos ováricos (foliculogénesis), los que aumentan la secreción de estradiol al torrente sanguíneo. En cada folículo, dos tejidos participan en la síntesis y la secreción del estradiol: la teca (externa) sintetiza

testosterona, que es transformada en estradiol por la granulosa (interna), el cual está localizado el ovocito. Al principio, el nivel relativamente bajo en la sangre actúa sobre el complejo hipotalámico-hipofisario teniendo un efecto negativo (inhibitorio) sobre la secreción de gonadotrofinas, lo que evita un estímulo excesivo sobre los ovarios. El proestro dura entre 2-5 días, dependiendo de la especie y de la raza.

El estro o celo o “calor”, es el periodo más fácil de reconocer en la hembra y se caracteriza por el comportamiento estral (hembra “alzada”) que permite el apareamiento. Por la descarga preovulatoria de la hormona luteinizante, se induce la ovulación.

Los criterios para determinar el celo en estas especies están dados por varias características, tales como: aumento en la locomoción, inquietud, movimiento de la cola, e inmovilidad de ella cuando es montada por el macho.

El celo dura cerca de 30 horas aunque este tiempo varía mucho según la raza. Por lo general se considera como día cero del ciclo estral al día de comienzo del celo o estro.

Ovulación. El incremento del estradiol plasmático produce finalmente un aumento brutal y mucho más amplio de la concentración de LH que el observado durante sus pulsos. La secreción de LH, luego de iniciado el estro, se incrementa hasta unas 12 horas, desencadenando el pico preovulatorio de la secreción de LH. La descarga de LH se mantiene elevada por una decena de horas, para luego disminuir a los valores iniciales. Esta descarga hormonal produce una o varias ovulaciones que tienen lugar unas 30 horas después de iniciado el estro y transforman el tejido folicular que producía estradiol en un tejido lúteo que empieza a producir progesterona. El folículo maduro elabora una hormona no esteroide, la inhibina, cuya función es inhibir la liberación de FSH; de este modo se impide el crecimiento folicular adicional con lo que se limita el ritmo de ovulación.

La fase lútea se extiende desde la ovulación hasta la luteólisis y comprende el 80% del ciclo estral. Durante esta fase, la estructura ovárica dominante está constituida por el o los cuerpos lúteos y la principal hormona producida por ellos es la progesterona. La fase lútea presenta dos periodos: el metaestro y el diestro.

El metaestro se inicia después de la ovulación, cuando el folículo de De Graaf se llena de sangre y se transforma en cuerpo hemorrágico. Como consecuencia de la secreción preovulatoria de LH, las células de la granulosa de la pared del folículo ovárico roto se transforma en células luteínicas que proliferan hacia el antro folicular y comienzan a producir progesterona.

El diestro es la fase más extensa del ciclo estral y se caracteriza por la secreción de progesterona sintetizada en un cuerpo lúteo funcional. Los valores plasmáticos de esta hormona se incrementan entre el día 4-5, para alcanzar una meseta el día 8 del ciclo (3-4 ng/mL), valores que se mantienen hasta iniciada una nueva luteólisis. El diestro finaliza con el comienzo de una nueva luteólisis provocada por la prostaglandina uterina (PGF_{2α}).

El anestro es un estado que se caracteriza por la ausencia de ovulaciones y de la presentación de ciclos estrales regulares por un período más o menos prolongado y es una condición donde los ovarios están relativamente inactivos y donde no están presentes folículos ovulatorios ni cuerpos lúteos. El anestro estacional, por ejemplo, es el resultado de una estimulación insuficiente de GnRH del hipotálamo para mantener la secreción de gonadotrofinas hipofisarias y protege a las hembras de concebir crías en épocas que determinarán los partos en momentos inadecuados para la supervivencia de las mismas (Morello y Chemineau, 2004).

En la tabla 3 se sintetiza los principales eventos que ocurren durante el ciclo estral en la oveja.

Tabla 3. Ciclo estral de la oveja.

Fases	Período	Duración (días)	Hormona predominante	Ovario	Cérvix	Vagina	Genitales externos	Comportamiento
Folicular	Proestro	2,5	LH, FSH estrógeno	Cuerpo lúteo en regresión. Máximo desarrollo del folículo preovulatorio	Secreta mucus	Secreción	Normales	Animal inquieto, suele buscar al carnero
	Estro	1-2 (30hrs)	Descarga preovulatoria de LH 6-12 horas de iniciado el estro	Ovulación (24 a 30 horas de iniciado el estro)	Mucus espeso, congestión de los pliegues del cuello	Secreción de mucus	Vulva congestio-nada	Quietud ante la monta
Lútea	Metaestro	2-4	Aumenta la secreción de progesterona	Formación de un nuevo cuerpo lúteo. Desarrollo de ondas foliculares	Se cierra el orificio uterino	Epitelio pálido	Vulva normal	Hembra inactiva
	Diestro	4-11/13	Progesterona y FSH, PGF _{2α} (luteólisis)	Cuerpo lúteo funcional. Desarrollo de ondas foliculares	Blando, orificio uterino cerrado	Pálida	Vulva normal	Hembra inactiva

Fuente: Morello, Héctor Hugo y Chemineau Phillippe. Reproducción ovina y caprina (2004).

En dicha tabla se presenta cada fase que se manifiesta durante el ciclo estral produciéndose las hormonas correspondientes, el tiempo de duración de cada periodo del ciclo y como se manifiesta en el comportamiento del animal, por lo que es una manera de vigilar y saber el momento adecuado para llevar a cabo las cruas de esta especie.

2.2.2 Anatomía de la ubre

La palabra mama procede del latín *mamma* y viene definida por “cada uno de los complejos mamarios formado por un cuerpo y un pezón, homólogo de un pecho humano” y glándula mamaria a “cada una de las glándulas y su sistema de conductos que se encuentran en una mama”.

La palabra ubre se define como “término colectivo para designar el conjunto de las mamas en équidos y rumiantes”.

La glándula mamaria tiene su origen en las glándulas sudoríparas, y su desarrollo se hace a lo largo de las llamadas líneas de la leche o crestas mamarias del embrión. Las crestas mamarias están formadas a partir de los espesamientos ectodérmicos alineados que se extienden simétricamente desde el esbozo de las axilas a la región inguinal. A lo largo de las crestas mamarias, se proyectan en intervalos definidos los llamados puntos mamarios, que a su vez por gemación, dan origen a los conductos y glándulas galactóforas o glándulas mamarias, que se desarrollan bajo la acción de las hormonas sexuales. De esta forma, los puntos mamarios dan lugar a los pezones.

Anatomía externa. Las glándulas mamarias presentes en los mamíferos se distribuyen a ambos lados del animal en forma de unidades que reciben el nombre de complejo mamario.

El complejo mamario o ubre, en el ganado ovino se sitúa en la región inguinal, posee generalmente forma globular y está constituido por un par de glándulas mamarias separadas por un surco intermamario, medial y superficial. Cada una de las glándulas está provista de un pezón. Los pezones miden de 4 a 5 cm y se sitúan lateralmente y están cubiertos de forma escasa por un pelo muy fino.

La parte superior de la ubre de la oveja puede estar cubierta por lana, pero cuando no la poseen, presentan una pigmentación clara y normalmente manchada por la secreción, amarillenta y grasienta, de las glándulas del interior de las bolsas cutáneas inguinales. Estas invaginaciones cutáneas, denominadas senos inguinales, y su secreción sebácea, tienen dos propiedades fundamentales: una es la presencia de feromonas que posibilitan el reconocimiento materno-filial, y la otra es la disminución del roce propio del movimiento de la ubre en la lactancia (Ruberte, 1994b).

Anatomía interna. Cada una de las mamas presenta una envoltura fibroelástica que constituye el aparato suspensor mamario, y el parénquima glandular, encargado de sintetizar la leche. El parénquima glandular y el tejido conjuntivo se distribuyen en función de la actividad secretora de la glándula, según la fase evolutiva de la ubre (Schwarze y Schröder, 1984).

Además de su envoltura cutánea, la ubre posee un sistema de fascias que funcionan como un sistema de sostén, llamado aparato suspensor mamario. Éste está formado por hojas o láminas laterales de tejido conjuntivo, responsables de la fijación de la mama al tronco y al perineo, y por láminas mediales de tejido elástico, que separan los dos complejos mamaros por medio de un septo, el cual determina externamente el surco intermamario o ligamento suspensor de la ubre.

De esta forma, las dos mamas están funcionalmente separadas entre sí, derecha e izquierda, por la envoltura de tejido conjuntivo que las circunda.

El parénquima glandular está constituido por una red de conductos que van desde las estructuras más internas que son los alveolos (o unidades secretoras de la glándula) hasta las más externas, responsables de la recogida y transporte de la leche, como son las porciones glandular (cisterna) y papilar (pezón) del seno lactífero.

Los alveolos juntamente con sus respectivos conductos alveolares, se unen para formar los lobulillos mamaros. Éstos a su vez desembocan en otros conductos llamados intralobulillares, que se continúan en los conductos interlobulillares (lobulares) o galactóforos. Los conductos galactóforos, desembocan en los llamados conductos lactíferos (Ruberte, 1994b).

Los conductos lactíferos son tubos de diverso diámetro y longitud, compuestos de un epitelio de una o dos capas de células, rodeados por otras capas de naturaleza conjuntivo-elásticas y fibras musculares. Estos tubos, dispuestos de forma paralela,

atraviesan regularmente el parénquima, y son los responsables de conducir la leche proveniente de los alveolos hasta el seno lactífero (Schwarze y Schröder, 1984).

El seno lactífero se divide en dos partes, separadas entre sí por un esfínter o anillo llamado cricoides, una en el interior del parénquima glandular (seno glandular), también llamada cisterna mamaria, y otra en el interior del pezón, conocida como cisterna del pezón, que se comunica con el exterior por un único orificio papilar.

Cabe mencionar que los alveolos mamarios están rodeados por un sistema capilar arteriovenoso y por células mioepiteliales que, bajo efecto vasoconstrictor de la hormona oxitocina, expulsan la leche acumulada en los alveolos hacia la cisterna mamaria. Esta última puede almacenar la leche secretada entre ordeños debido a la elasticidad de sus paredes, que puede variar entre las distintas razas lecheras.

Así pues, la glándula mamaria almacena la leche sintetizada entre dos ordeños consecutivos en dos compartimentos:

Compartimento alveolar: formado por el tejido glandular. Contiene la leche alveolar.

Compartimento cisternal: formado por conductos y cisternas de la glándula y del pezón. Almacena la leche cisternal (Caja *et al.*, 2000) (Marnet *et al.*, 2000) (Mckusick *et al.*, 2002a).

2.2.3 Secreción de los componentes de la leche

Los procesos de síntesis y excreción láctea requieren la participación coordinada de todos los sistemas fisiológicos involucrados. Debe producirse el desarrollo de los alvéolos mamarios, la diferenciación bioquímica y estructural de las células secretoras alveolares, los ajustes metabólicos necesarios para suministrar sustratos a la glándula mamaria, y la retirada de la leche de forma regular (parte de la cría o mediante el ordeño) (Akers, 2002).

En la glándula mamaria se producen dos tipos de excreción: 1) excreción merocrina, vía de secreción de las proteínas y los carbohidratos, y 2) excreción apocrina, vía de secreción de los lípidos.

Las células epiteliales alveolares son las responsables de la síntesis de la mayoría de los componentes lácteos y de su secreción al lumen alveolar. Por tanto, la evolución de una lactancia va a depender, en última instancia, del número de células epiteliales funcionales y de su actividad de síntesis y secreción. Trabajos realizados en pequeños rumiantes han demostrado que la caída de producción tras el pico de lactancia se debe principalmente a una disminución en el número de células epiteliales, puesto que su capacidad metabólica potencial para la síntesis láctea apenas varía.

La glándula mamaria, y en concreto, de las células epiteliales mamarias, utilizan los nutrientes extraídos del torrente sanguíneo para la síntesis de los componentes lácteos. La utilización de los nutrientes y por tanto, la secreción de los componentes lácteos, puede estar regulada por:

La cantidad de nutrientes que llegan a la glándula mamaria a través del aporte arterial, que a su vez depende de la concentración arterial de los nutrientes y del flujo sanguíneo.

La eficiencia de la glándula mamaria para extraer los nutrientes de la sangre.

La eficacia de las células epiteliales mamarias (actividad metabólica y secretoria) para sintetizar y excretar los componentes lácteos a partir de los nutrientes extraídos del torrente sanguíneo (Wilde y Knight, 1989).

2.2.3.1 Secreción de la grasa de la leche

En los rumiantes, los lípidos de la leche constan principalmente (97-98%) de triglicéridos. El 2-3% restante son fosfolípidos (componentes de la membrana de los glóbulos grasos) y lípidos menores (esteroles, tocoferoles, esfingolípidos, mono- y

diaciglicéridos, etc.). Según varios autores (Collier, 1985) (Nickerson, 1992), la síntesis de triglicéridos así como la de fosfolípidos tienen lugar a nivel del retículo endoplásmico. Las fuentes o precursores de los ácidos grasos presentes en los triglicéridos de la leche son dos:

Lípidos sanguíneos: a partir de ácidos grasos, provenientes de los lípidos de la dieta y/o de la movilización de grasas del tejido adiposo, y transportados hasta la glándula mamaria por lipoproteínas de baja densidad (VLDL y quilomicrones). Los triglicéridos son hidrolizados a nivel de la pared capilar o de la superficie celular mamaria por la enzima lipoproteína lipasa (LPL), penetrando los ácidos grasos libres, el glicerol y algunos mono- y diacilgliceroles en la célula mamaria donde son reutilizados para sintetizar triglicéridos. Estos ácidos grasos son de cadena larga (16 carbonos o más), principalmente C16 (palmítico) y C18 (esteárico, oleico y linoleico).

Ácidos grasos sintetizados “de novo”: son ácidos grasos de cadena corta (menos de 8 carbonos) y media (de 8 a 16 carbonos), sintetizados por las células epiteliales mamarias, a través de la ruta bioquímica del malonil CoA. Para su síntesis son necesarios el acetato y el β -hidroxibutirato (ácidos grasos volátiles procedentes de las fermentaciones ruminales), que llegan a la glándula mamaria por vía sanguínea.

2.2.3.2 Secreción de las proteínas de la leche

El 80-95% de ellas (según la especie) son proteínas específicas de la lactancia, sintetizadas en la célula epitelial alveolar, a partir de los aminoácidos libres aportados por la sangre.

Las proteínas lácteas se encuentran en dos fases diferentes:

Fase micelar: fase inestable, donde se encuentran las caseínas (α_{s1} -, α_{s2} -, β -, κ -, y γ -caseínas). Se agregan dando lugar a la estructura de micela y aportan a la leche su aspecto blanco opaco. Representan el 80-90% de las proteínas lácteas.

Fase soluble: fase estable constituida por polímeros proteicos hidrófilos, denominados proteínas solubles. Las proteínas mayoritarias de esta fase son:

La β -lactoglobulina (~50% de las proteínas solubles) y α -lactoalbúmina (~25% de las proteínas solubles).

El 90% de las proteínas lácteas son sintetizadas a partir de los aminoácidos libres presentes en la sangre. Una vez dentro de la célula epitelial mamaria, los aminoácidos pueden: 1) participar en la producción de proteínas lácteas, 2) ser retenidos por la propia célula bajo la forma de proteínas estructurales o enzimas, 3) participar en reacciones metabólicas de la célula, o 4) pasar directamente a la leche, la sangre o linfa como aminoácidos libres (Mephram, 1982).

Las proteínas son sintetizadas por los ribosomas del retículo endoplásmico rugoso (REr). Las cadenas peptídicas producidas se liberan a la luz del REr y pasan a continuación al aparato de Golgi (AG), donde se reúnen con el resto de constituyentes no grasos de la leche (lactosa, iones y agua) dentro de las vesículas de Golgi. En estas vesículas y gracias a la presencia de enzimas específicas, de calcio y fosfato inorgánico, las moléculas de caseína sufren modificaciones (glicosilación, fosforilación y agregación en micelas), adquiriendo así su conformación tridimensional definitiva. Las vesículas secretoras abandonan el AG y se desplazan hacia la membrana plasmática apical y un proceso de exocitosis permite la descarga del contenido vesicular al lumen alveolar (Larson, 1979).

2.2.3.3 Secreción de la lactosa de la leche

La lactosa es el principal carbohidrato y el constituyente más constante de la leche de los rumiantes. Es un disacárido formado por una molécula de D-glucosa y una de D-galactosa, que juegan un papel muy importante en el mantenimiento de la osmolaridad de la leche. Su secreción determina la cantidad de agua y de iones presentes en la leche y, por tanto, el volumen de leche producido.

La síntesis de una molécula de lactosa requiere 2 moléculas de glucosa. La glucosa no puede ser sintetizada por las células epiteliales mamarias ya que éstas carecen de glucosa-6-fosfatasa. Así pues, las 2 moléculas de glucosa deben estar sintetizadas en el hígado a partir de ácido propiónico proveniente de la fermentación ruminal o de la gluconeogénesis.

Una vez en el interior de la célula epitelial mamaria, una de las glucosas consigue pasar a través de las membranas del AG y llegar hasta el lumen de Golgi gracias a un transportador de glucosa denominado GLUT1. Es un transportador pasivo, por tanto, aparentemente no limita la síntesis de lactosa. La otra molécula es convertida, en el citosol de la célula, en UDP-galactosa (uridina difosfato-galactosa) gracias a una serie de reacciones bioquímicas y a la acción de una enzima epimerasa. Posteriormente, la UDP-galactosa es transportada activamente hasta el lumen del AG. Así, el transporte de galactosa en el AG puede ser un limitante de la síntesis láctea (Kuhn, 1983).

La síntesis de lactosa tiene lugar en el lumen de las vesículas del AG, donde la enzima lactosa sintetasa cataliza la reacción que posibilita la unión de la glucosa y la galactosa para la formación de lactosa (Collier, 1985).

2.2.3.4 Secreción de los iones de la leche

Las membranas son permeables a los iones, especialmente al Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y Cl^- . A medida que los líquidos se acumulan en el AG, la concentración de estos iones disminuye, la presión osmótica aumenta y se favorece un mayor movimiento de agua. Sin embargo, los altos contenidos en K^+ y los bajos contenidos de Na^+ y Cl^- de la leche, comparados con los de la sangre, sugieren la presencia de una bomba iónica selectiva (Na^+ - K^+) en las membranas de las vesículas de Golgi, similar a la existente en la membrana basal de la célula epitelial.

En la leche también encontramos Ca^{2+} , fosfato y citrato. Estos iones no difunden con facilidad hacia el lumen puesto que la membrana apical es impermeable a ellos. De

esta manera, no pueden retornar a la célula una vez que se encuentran en la leche. Ca^{2+} y fosfato son fundamentales en la formación de la estructura micelar de las caseínas lácteas. El Mg^{2+} y el citrato también forman parte de ellas (Hurley, 2001).

2.2.4 Reflejo de emisión de leche

El reflejo de eyección de leche que se producen durante el ordeño y el amamantamiento, es un reflejo neuroendocrino. Este reflejo consta de una vía aferente o sensitiva (conduce los estímulos sensoriales originados en el pezón al sistema nervioso central a través de las neuronas) y una vía eferente (conduce la hormona oxitocina (OT), liberada por la neurohipófisis, hasta la glándula mamaria por vía sanguínea).

En la ubre de los rumiantes, la leche se almacena en dos fracciones: la cisternal y la alveolar. La leche de la fracción cisternal se encuentra en el pezón, en la cisterna glandular y en los grandes conductos galactóforos. Esta leche es fácilmente recuperable ya que la única barrera que impide su extracción es el esfínter del pezón. Por el contrario, la fracción de leche alveolar se localiza en los finos conductos alveolares y en los alveolos mamarios, y es leche difícil de extracción, ya que está fijada por fuerzas capilares. Por tanto, la leche alveolar sólo puede ser recuperada si se produce la descarga de OT endógena que es la que se encarga de producir la contracción de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios.

La eyección de leche es un reflejo innato, que no se produce bajo control consciente del animal, y ocurre en respuesta a estímulos táctiles producidos sobre la glándula mamaria.

Los receptores sensoriales son abundantes especialmente en el pezón. Estos receptores captan los diferentes estímulos sensoriales y los transmiten hasta el encéfalo para que se produzca la liberación de OT en la neurohipófisis (o glándula pituitaria posterior).

La OT, a través del torrente sanguíneo, llega a la glándula mamaria y produce la contracción de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios.

Cuando los alvéolos se contraen, los conductos se acortan, el lumen del conducto aumenta su tamaño, y la leche alveolar es drenada activamente a los conductos galactóforos y a la cavidad cisternal.

Como se ha mencionado anteriormente, la eyección de leche es importante porque permite el vaciado de la ubre y el mantenimiento de la lactancia en los pequeños rumiantes.

Ahora bien, este reflejo también tiene efectos sobre la calidad de la leche obtenida por ordeño, puesto que permite recuperar la leche de la fracción alveolar, que es más rica en grasa que la leche de la fracción cisternal (Mckusick, *et al.*, 2002a) (Castillo, 2008).

El reflejo de eyección puede ser desencadenado por diferentes estímulos, los cuales, a su vez, generan diferentes tipos de respuestas:

Amamantamiento: produce un estímulo mucho más potente que el ordeño.

Ordeño a mano: induce una liberación de OT superior al ordeño a máquina, mejora el vaciado de la ubre y reduce la leche residual.

Ordeño a máquina: la estimulación que producen las pezoneras sobre el pezón suele ser adecuada, pero siempre es menor que la del ordeño a mano. La liberación de OT que induce con el ordeño a máquina suele ser suficiente para conseguir una eyección de leche efectiva (Castillo, 2008).

Por otra parte, el sistema endocrino juega un papel fundamental en el desarrollo mamario (mamogénesis), en el comienzo de la lactancia (lactogénesis), y favoreciendo la secreción láctea (galactopoyesis). La lactogénesis, acostumbra a ser descrita como un proceso que ocurre en dos estadios:

Lactogénesis 1 (o fase de iniciación): tiene lugar durante el último tercio de la gestación. Se caracteriza por producirse la diferenciación estructural y funcional del epitelio y la expresión de algunos genes involucrados en la síntesis de los componentes lácteos.

Lactogénesis 2 (o fase de activación secretora): fase del desarrollo mamario dirigida a la secreción del calostro y, posteriormente, de leche. Se produce durante el periparto y coincide con el comienzo de la síntesis y secreción láctea (Neville *et al.*, 2002).

Estas fases de desarrollo son esenciales para que se den los requisitos fisiológicos que permiten, en última instancia, que ocurra la lactancia. Por tanto, es lógico pensar que las alteraciones en la actividad hormonal o en los factores de crecimiento que modifican la glándula mamaria durante estas fases, podría tener un impacto importante sobre la producción de leche.

2.2.5 Aparato digestivo: anatomía y funcionamiento

La boca. Los labios y la lengua de la oveja son de color variable, según las razas. La mandíbula superior, carente de incisivos, está provista de un rodete fibrocartilaginoso.

Algunas ovejas conservan una buena dentadura hasta los ocho e incluso los nueve años, mientras que otras presentan dientes descarnados y movedizos a los cinco años. Este mal estado de la dentadura es motivo para su desecho del rebaño.

Los dientes de los animales excepcionales se deben examinar cuidadosamente. Su estado indicará el tiempo en que aún podrán explotarse las ovejas selectas, de las que se pretende obtener el máximo de descendientes.

La oveja corta los alimentos (hierbas, etc.) con los incisivos de su mandíbula inferior; corta el césped a ras del suelo y arranca las plantas insuficientemente enraizadas en terreno blando.

Los alimentos son ingeridos ligeramente fragmentados; después, vuelven a la boca mediante el proceso de la rumia para ser masticados cuidadosamente e impregnados de saliva. La saliva es segregada en abundancia para facilitar la deglución y la digestión.

El esófago. Es un largo tubo de paredes elásticas situado detrás de la tráquea que, después de haber atravesado el diafragma, desemboca en la panza por el cardias. Se prolonga hacia el libro por la gotera esofágica.

El estómago. Está formado por cuatro compartimientos: la panza o rumen, la redcilla o bonete, el libro y el cuajar. El conjunto tiene capacidad de 13 a 20 litros.

La panza. Ocupa los dos tercios de la cavidad abdominal, en el lado izquierdo de la misma. Su capacidad es de 12 a 20 litros. Es el compartimiento más voluminoso (Regaudie, 1974).

Función: la panza sólo entra en funcionamiento progresivamente, a partir de la tercera semana de edad del cordero. En el animal adulto, los alimentos deglutidos en el momento de la comida van a la panza. Allí se reblandecen y transforman gracias a la actividad de una gran variedad de microorganismos.

Estos microorganismos transforman los alimentos; su acción sobre la celulosa es particularmente importante. Sintetizan también productos nuevos (vitaminas del grupo B y K) y contribuyen a la transformación de nitrógeno no proteico en aminoácidos.

En el intervalo que media entre la toma de alimentos, los movimientos de la rumia hacen subir a la boca porciones de aquél que son entonces triturados por una masticación cuidadosa e impregnados de saliva. Poco a poco se van haciendo más fluidos y son dirigidos hacia el cuajar (Regaudie, 1974).

La panza es, pues, asiento de intensas fermentaciones, proceso mediante el cual se da la degradación de la fibra de los forrajes y del almidón de los granos, a

compuestos energéticos y proteínicos simples, por enzimas producidas por los distintos grupos de microorganismos que normalmente habitan en el rumen (bacterias celulósicas, amilolíticas, metanogénicas, hongos y protozoarios) (Zaragoza, 2008).

Cuando las ovejas son alimentadas con alimentos fibrosos, como los forrajes, las bacterias que degradan los componentes de la fibra: la celulosa y la hemicelulosa, los convierten en ácidos acético (65%), propiónico (20%), y butírico (15%), mientras que cuando son alimentadas con dietas con alto contenido de granos de cereales, las bacterias que degradan el almidón las convierten, también, en los mismo ácidos, pero el ácido propiónico (54%) es más abundante que los ácidos acético (32%), butírico (13%), y otros (1%). Estos ácidos, llamados ácidos grasos volátiles, son la principal fuente de energía para los rumiantes, como las ovejas, y son absorbidos por las paredes del rumen (Zaragoza, 2008).

En algunos casos, debido a la ingestión de alimentos como el trébol o la alfalfa tierna, en condiciones especiales los gases que no son expulsados y quedan mezclados con la masa alimenticia, provocan una fuerte hinchazón de la panza o meteorización, que puede ocasionar pronto la muerte.

Redecilla o bonete. Este compartimiento, tapizado por una mucosa que tiene el aspecto de un panal de abejas, está en estrecha relación con la panza.

La redecilla comunica con la panza por una ancha abertura y con el libro por un estrecho orificio unido a la gotera esofágica. Con sus contracciones contribuye a la rumia.

Gotera esofágica. Supone una prolongación del esófago hasta la entrada del libro. En los animales jóvenes este conducto es muy manifiesto, con capacidad para hacer pasar la leche directamente al cuajar.

Libro. Este depósito está provisto de unas quince láminas de superficie rugosa, dispuestas como las hojas de un libro, las cuales juegan un importante papel en la absorción de los líquidos y en la división de los alimentos.

Cuajar. En forma de saco alargado, constituye el verdadero estómago por su acción química. Su pared está provista de una mucosa con pliegues, de color rosado, diferente de las de las cavidades anteriores. Posee las glándulas secretoras del jugo gástrico (Regaudie, 1974).

En el animal joven, el cuajar recibe la leche y los alimentos fluidos casi directamente por la gotera esofágica. En los corderos muy jóvenes, cuya panza no entra aún en actividad, es incapaz de descomponer la fibra bruta. Se ha encontrado a veces en el cuajar una bola de lana, fragmentos de paja o heno, que han producido la muerte del animal. Estos productos han sido ingeridos, generalmente, porque al cordero le faltaba la leche.

Los alimentos que han de complementar a la leche deben ser muy digeribles, de muy buena calidad, distribuidos cuidadosamente y pronto.

El intestino. Su longitud alcanza los 30 metros en la oveja adulta. Comprende:

- a) El intestino delgado (duodeno, yeyuno, íleon)
- b) El intestino grueso (colon, colon espiral, colon flotante, recto)
- c) El ciego, intestino en fondo de saco de 20 a 25 cm, en la unión del intestino delgado y del colon.

Intestino delgado. Replegado sobre sí mismo en el lado derecho, puede medir unos 25 metros. Su diámetro aumenta progresivamente. En su primera parte, a unos veinte centímetros del píloro, desembocan juntos el canal colédoco, que vierte la bilis, y el conducto pancreático.

Es, por excelencia, el órgano de la absorción.

Intestino grueso. De 5 a 6 metros de longitud, está formado, después del ciego, por tres porciones: el colon, que se estrecha y concentra formando el colon espiral; el colon flotante y, finalmente, el recto.

Después de concentrarse poco a poco, los residuos de la digestión se moldean en forma de pequeñas esferas a partir del colon espiral.

La pared del intestino es compleja y comprende:

- a) Las glándulas secretoras del jugo intestinal cuya acción se añade a la de los jugos ya incorporados a los alimentos, a la bilis y al jugo pancreático.
Estos diferentes jugos concurren para transformar los alimentos en elementos simples: glucosa, aminoácidos y ácidos grasos que podrán ser absorbidos.
- b) Una mucosa absorbente con numerosos pliegues en el intestino delgado y provista de vellosidades que multiplican la superficie de absorción;
- c) En la mucosa del intestino delgado se observan espesamientos (placas de Payer) que tienen una función defensiva del organismo;
- d) En el espesor de la pared intestinal, una doble capa de fibras musculares que, provocando movimientos peristálticos, aseguran la progresión de los alimentos, bajo el control del sistema nervioso simpático;
- e) Una red de vasos y de nervios.

El hígado. Es la glándula más voluminosa del organismo. Alojado en el lado derecho, entre el riñón y el diafragma, está rodeado por el peritoneo.

El hígado pesa de 500 a 1.200 gramos en la oveja. De color pardo rojizo, presenta tres lóbulos de los cuales dos son casi iguales y el tercero mucho más pequeño. La cara anterior, convexa y lisa, tiene color homogéneo, mientras que en la cara posterior, cóncava, que contiene la vesícula biliar, se observan las terminaciones de los conductos biliares; éstos se reúnen formando el conducto cístico que desemboca en la vesícula biliar. La vesícula tiene forma de pera alargada y se prolonga por el conducto colédoco que lleva la bilis hacia el intestino delgado.

Sus funciones son múltiples y primordiales para la buena nutrición del organismo.

a) Función de secreción.

El hígado segrega la bilis, líquido amarillo-ambarino. Vertida en el intestino, la bilis contribuye a la digestión de las grasas, a su absorción, a la antisepsia intestinal y al peristaltismo.

b) Funciones internas.

Función glucogénica: regula el nivel de glucosa.

Función ureoproteica: transforma en urea los residuos nitrogenados que pueden así ser eliminados por los riñones.

Función adipogénica: elabora lípidos a partir de los hidratos de carbono; los reconstituye a partir de las grasas digeridas.

Función marcial: mantiene en reserva una importante cantidad de hierro, sobre todo el embrión.

Función hematopoyética: elabora glóbulos rojos, especialmente en el animal joven.

Función fibrinogénica: produce el fibrinógeno, base de la formación del coágulo en caso de hemorragia.

Función de regulación térmica: debido a las reacciones químicas que se producen en el interior del tejido hepático, es un manantial de calor del organismo.

Función antitóxica: transforma en productos menos tóxicos los diversos venenos que han podido ser ingeridos (toxinas microbianas).

El páncreas. Situado sobre la primera asa del intestino delgado, esta glándula segrega:

- a) El jugo pancreático, que contribuye a la digestión de los alimentos.
- b) La insulina, que regula la glucemia.

El peritoneo. Los diferentes órganos que contribuyen el tubo digestivo están unidos entre sí, en la cavidad abdominal, por el peritoneo.

Esta membrana transparente, a menudo infiltrada de grasa, incluye los vasos y nervios. Envuelve igualmente el aparato genital femenino y puede resultar lesionada fácilmente en el momento del parto (Regaudie, 1974).

2.3 Tipos de producción ovina

Los sistemas de producción integrales cumplen una necesidad vital, no sólo como productora de leche, sino también como productora de carne, piel, y dentro del sistema de producción el aporte que realiza al suelo con excretas es seis veces más rico que de bovino.

La explotación de ovinos se efectúa con diferentes fines de acuerdo con la región que se trate, las formas de explotación varían y no sólo por las condiciones climáticas que imperen sino también por el tipo de producto que desee lograr, así como los factores técnicos, base genética, reproducción, alimentación y sanidad.

En función del nivel tecnológico y los objetivos de producción, los sistemas de producción ovina se clasifican en tres tipos: extensivos, intensivos y semi-intensivos (Fraser y Stamp, 1989).

2.3.1 Principales objetivos de producción

Los principales objetivos de la explotación del ganado ovino son la producción de leche, carne, además de otros productos en receso, como son la lana y el estiércol.

Los objetivos a cumplir en ovino de leche son:

Obtener la máxima cantidad de leche que puede ser empleada para diversos productos como queso, yogurt, etc.

La calidad de la leche también debe de ser la óptima con una calidad de grasa que este dentro de los niveles adecuados de acuerdo a la región y tipo de raza.

Los corderos que son destinados a matadero deben tener una buena calidad de sus carnes y buenos rendimientos (Sánchez, 2007).

2.3.2 Explotación extensiva

Es el sistema predominante en México, la alimentación es básicamente mediante el pastoreo diurno (con encierro nocturno) de los animales en agostaderos naturales, aprovechando los forrajes que crecen en forma natural en las plantaciones de árboles o en terrenos comunales.

Todos los animales se mantienen en un solo rebaño, sin ningún control reproductivo, con un alto grado de consanguinidad. No recibe alimentación complementaria, salvo raras excepciones, cuando se aprovechan productos o subproductos agrícolas de la región.

Generalmente no hay prácticas de manejo y control sanitario. Las áreas de pastoreo no reciben fertilización ni control de malezas. Las instalaciones, si las hay, son rústicas, con poca higiene y para su construcción se utiliza material de la región. En estos sistemas la inversión de capital en alimentación, sanidad e infraestructura es mínima y la mano de obra es generalmente familiar, lo que permite bajos costos de producción por kilogramo de cordero.

En este tipo de explotación se tienen hatos desde 30-50 cabezas hasta varios cientos o miles, representan también la clase más numerosa (González, 1998).

2.3.3 Explotación intensiva

Las explotaciones intensivas son aquellas que independientemente de los objetivos de la misma, la producción de animales para el abasto o para pie de cría se realiza al ritmo más intenso posible; son explotaciones con gran utilización de insumos y tecnología.

Aquí se incluyen sistemas de engorda de corderos en corral, independientemente del origen de éstos, sistemas de cría/engorda con el uso de praderas mejoradas bajo pastoreo intensivo y finalización de los corderos en corral. Una ventaja primordial que se aprovecha en estos sistemas intensivos, radica en que la producción de corderos puede mantenerse casi constante a través del año debido a la falta de anestro estacional de la oveja y por lo tanto, la programación de los empadres se realizan casi a voluntad del técnico o administrador, con resultados aceptables.

La alimentación se caracteriza por realizarse en confinamiento total o parcial, utilizando insumos de alto valor nutritivo, lo que eleva significativamente los costos de producción.

Son regularmente más eficientes en producción y manejo, debido a un mayor uso de la tecnología, infraestructura, equipos, y manejo de los recursos, mejor organización y principalmente análisis detallado de la productividad y los factores que lo afectan (González, 1998).

2.3.4 Explotación semi-intensiva

Este tipo de sistema se basa en el pastoreo, como fuente principal de alimento, aquí los animales pastorean entre las ocho y nueve de la mañana y regresan al corral de encierro entre las cuatro y seis de la tarde. Reciben alimentación complementaria basada principalmente en concentrado comercial.

La diferencia en relación con la explotación extensiva, tal vez, radica en que las extensiones utilizadas no son tan grandes y comparativamente, se utilizan tecnología e insumos en mayor escala; también se caracterizan por estar generalmente más organizados en todos los aspectos de la explotación.

El tipo de productor que utiliza éstos sistemas regularmente pertenece a un estrato social diferente al de la clasificación de explotación extensiva, de más recursos y más abierto a utilizar prácticas de manejo e introducir tecnología en mayor escala.

En estos sistemas, se dedica más atención al manejo de las explotaciones y desde luego al manejo de los rebaños y se cuenta con mayor organización y programación en el manejo de los rebaños y algunos productores llevan registros de producción y reproducción (González, 1998).

2.3.5 Distribución de los ovinos en México y las características de las zonas productoras

El ovino posee mayor habilidad para el consumo de forrajes; sus hábitos de pastoreo le permiten ejercer un alto consumo de forraje pero muy poca posibilidad de selección. Por su parte, los pequeños rumiantes, poseen como principal característica el mostrar un buen comportamiento productivo-reproductivo en regiones áridas y semiáridas (Hernández y González, 2010).

La mayor concentración de ovinos se ubica principalmente en los estados que rodean al Distrito Federal. De tal forma que los estados de México, Hidalgo, Puebla, Veracruz, y Tlaxcala, tienen más del 50% de la población. Entre los estados norteños se encuentran Durango, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí con el 21.7%. En el sur, en áreas delimitadas de Oaxaca, como son los valles centrales y en Chiapas, en la región montañosa y los valles altos se concentra el 13.2% de la población.

Zona Norte. Las condiciones ecológicas que predominan son las del árido o semiárido, con escasa precipitación pluvial, climas extremos desde los 48°C en verano hasta los 15°C bajo cero en el invierno, con importantes superficies de pastos nativos. Los sistemas de producción que predominan son los extensivos y el aspecto reproductivo pueden considerarse regularmente eficientes ya que tienen fertilidades y destetes de aproximadamente del 80%.

En esta región se incluyen 15 estados de la república destacando San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila, Chihuahua, Tamaulipas, Jalisco, y Durango (Esqueda, 2007).

Zona centro. Los estados de México, Hidalgo, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Tlaxcala, Querétaro, Morelos y D.F. se localizan dentro de esta región.

Las condiciones ecológicas que predominan son las de clima templado, dado por la altitud que en general está entre los 1,500 a 3,000 msnm, con temperaturas promedio de 18°C y épocas definidas de lluvias. El área comprende de extensos valles y planicies destinadas principalmente al uso agrícola.

El sistema de producción que prevalece es el extensivo, con pastoreo diurno de 6 a 12 horas, en terrenos propios, valles altos o bosques. Los rebaños son pequeños y el objetivo principal es el ahorro y autoconsumo.

Zona sur y peninsular. Representada por los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche y Yucatán. Predominan los sistemas de explotación extensivos. Las condiciones climáticas comprenden tanto al trópico húmedo y como al seco, representan una considerable parte del territorio nacional (25% aproximadamente). El clima es caluroso, bajando rara vez la temperatura de 18°C y con periodos de lluvias definidas en el trópico seco (Cárdenas, 2006) (Carrera, 2008).

2.3.6 Alimentación y nutrición del ganado ovino

Una oveja bien nutrida nos asegura una adecuada producción de leche, buen funcionamiento de su sistema endócrino para la reproducción y menor incidencia de enfermedades. Por lo tanto, podemos decir que la nutrición de los animales está íntimamente relacionada con el manejo reproductivo, sanitario y de la alimentación.

A través de ciclo anual de producción de la oveja, se distinguen distintas etapas, que si bien, desde el punto de vista de la alimentación, persiguen objetivos diferentes que tienen como finalidad común, la de lograr una excelente producción de leche-en cantidad y calidad-, y producir más de un cordero por oveja (Frey *et al.*, 2007).

A grandes rasgos, un sistema de alimentación comprende el cálculo de los requerimientos nutricionales de los animales, la determinación de la proporción en que estos requerimientos se cubren a través del consumo de forraje para luego calcular la cantidad y calidad del suplemento necesario para cubrir las deficiencias, si fuera necesario.

Para el cálculo de los requerimientos se debe tener en cuenta el tamaño (peso) y la edad de los animales, la duración de las distintas etapas fisiológicas a lo largo del ciclo anual de producción y su nivel productivo.

A lo largo de todo el ciclo productivo de la oveja (preñez, lactancia y recuperación), la lactancia es el periodo de mayores requerimientos nutricionales. Durante esta etapa, los requerimientos de mantenimiento, aumentan en un 10-15% debido a un incremento en el metabolismo ligado a la producción (Treacher, 1989).

Los principales nutrientes a suministrar son proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales.

Los requerimientos nutricionales diarios para la oveja típica de 70 Kg deben estar contenidos en una cantidad de 1.600-1.800 Kg de alimento.

Cuando se alimenta correctamente a los ovinos se tienen altos índices productivos al más bajo costo. Para lograr estos objetivos se deben considerar dos aspectos fundamentales:

- 1.-Dar a los animales, los nutrientes que requieren de acuerdo a su etapa productiva (lactancia, destete, gestación, engorda, etc.) (Nutrient Requirements of sheep, 1985).
- 2.-Seleccionar los ingredientes que aporten dichos nutrientes al más bajo costo.

Nutrientes. Las fuentes de energía y proteína son los nutrientes que más requieren los animales y son los que más comúnmente limitan la producción del hato, otros nutrientes como el agua, minerales y vitaminas son igualmente importantes pero su adecuado suministro es a través de bebederos (agua) o remezclas comerciales (minerales y vitaminas) es relativamente fácil y económico.

La proteína es muy importante porque forma del 16 al 20% del cuerpo, es obvio que de no contar el animal con cantidades adecuadas de este nutriente, el crecimiento se verá reducido seriamente, un uso más de la proteína de la dieta es que, cuando es consumida por la oveja, parte de la proteína se degrada en el rumen (panza) y esta fracción permite que los microorganismos que ahí habitan puedan degradar los forrajes consumidos.

Energía. Se encuentra concentrada como carbohidratos, componentes principales de las plantas, algunas semillas, en particular de los cereales (maíz, trigo, sorgo, etc.), los cuales presentan una concentración más alta, al igual que las grasas y proteínas de los forrajes y concentrados. Las deficiencias en su consumo se manifiestan en los animales en un crecimiento lento, baja producción de leche, abortos, retraso en la edad de la primera monta, fertilidad y baja prolificidad, así como bajo rendimiento de la canal, poca resistencia a enfermedades y alta tasa de mortalidad.

Fibra. La importancia de este componente en la alimentación de los rumiantes favorece el estímulo de la rumia, la masticación, y la secreción salivar, y regula el ritmo de paso así como el mantenimiento del porcentaje de grasa en la leche.

Su deficiencia en la alimentación del ganado ovino puede disminuir el estímulo de la rumia, disminución del pH del líquido ruminal, disminución del porcentaje de grasa en la leche y nula formación de la red ruminal de fibras largas que son soporte de partículas pequeñas para una mejor utilización durante el proceso digestivo.

Proteína. Su deficiencia causa una reducción en el consumo de alimento, crecimiento fetal lento, crías con bajo peso al nacimiento y retraso en crecimiento, también ocasiona una reducción en la producción de leche y predisposición severa a enfermedades. El consumo de proteína es requerido en mayor proporción en la dieta de animales en crecimiento, hasta hacerse menor en la madurez, etapa en la cual es necesario suplementar la dieta con suficiente proteína para mantenimiento de los tejidos.

Las principales fuentes de este nutrimento lo aportan los concentrados de origen vegetal, siendo las fuentes más importantes la soya, otras leguminosas (frijol, garbanzo, etc.) y algunos alimentos de origen animal (harina de pescado, de carne, hueso, etc.) con sus respectivas restricciones. Los pastos tiernos en crecimiento y ramas, los bloques comerciales de proteína, que contienen fuentes de nitrógeno natural, son una buena fuente de suplementación (Frey *et al.*, 2007) (Hernández y González, 2010).

Minerales. Constituyen una parte pequeña de la dieta, pero son tan importantes como la energía o la proteína y del mismo modo su uso varía según la edad, sexo, índice de crecimiento, estado fisiológico, producción, dieta y contenido de minerales en suelos y cultivos del área donde crecen, las necesidades y toxicidad, los cuales se clasifican en dos grupos:

1.-Macroelementos, que son los que más abundan en el organismo y se necesitan en mayor proporción. Los principales minerales que los conforman son el calcio (Ca) y el fósforo (P); la falta de éste último mineral provoca un crecimiento lento, reducción del apetito y un mal aspecto del animal, se sabe que la deficiencia de este provoca una disminución de hasta 60% en la producción de leche, siendo también importantes el cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg), sodio (Na) y azufre (S).

2.-Microelementos, los cuales son menos abundantes y se requieren en menor proporción y son cobalto (Co), cobre (Cu), flúor (F), yodo (I), hierro (Fe), magnesio (Mg), molibdeno (Mo), selenio (Se) y zinc (Zn).

La mayoría de estos minerales se encuentran presentes en los pastos y las hojas de los forrajes disponibles en el agostadero, con excepción del cloro y el sodio, los cuales se pueden suministrar por medio de sal común, la cual se puede dejar su ingestión a voluntad pero se prefiere suministrarla a granel y no en bloques debido a que tienden a morderlo, en lugar de lamerlo y esto daña o desgasta los dientes.

Vitaminas. Son importantes para el buen desarrollo y salud, pueden obtenerse de plantas verdes, por lo que en época de sequía es importante su aplicación, se dividen en liposolubles e hidrosolubles, las primeras están integradas por la A, D, E y K, las cuales son importantes para evitar los problemas de ceguera, piel, aparato respiratorio, y crías débiles, por mencionar sólo algunas. Las hidrosolubles son las del complejo B y C, se producen de forma natural en el rumen, durante la crianza resultan insuficientes por lo que en esta etapa se recomienda suministrarlas y en adultos cuando el animal ha dejado de comer por algún padecimiento o el rumen ha reducido sus movimientos (Hernández y González, 2010).

Necesidades del agua. El agua una parte muy importante en la constitución del organismo y en los productos de secreción. Representa el 80% al 85% del peso del cuerpo de los animales muy jóvenes y el 50 al 60% en los adultos.

El agua es el gran vehículo de las sustancias nutritivas y contribuye a la digestión, regulación de la temperatura y a la eliminación de los residuos.

Las necesidades son de tres a cuatro veces el peso de materia seca ingerida (unos 5 a 8 Kg por día), y la cobertura de estas necesidades está asegurada por el agua de constitución de los alimentos y por el agua de bebida.

La oveja es bastante exigente. Apetece el agua limpia y la cantidad que necesita varía de 1 a 5 ó 6 litros según sea la alimentación, la temperatura, la producción y los desplazamientos durante el pastoreo. Debe poder satisfacer libremente sus necesidades de agua, sobre todo en período de crecimiento y de producción lechera (Regaudie, 1974).

2.4 Calidad de la leche ovina

La leche es un líquido fisiológico secretado por la glándula mamaria de los mamíferos, que constituye el alimento destinado al recién nacido, debiendo por lo tanto satisfacer los requerimientos específicos de éste.

El origen de los componentes de una leche resulta doble, una serie de ellos se sintetiza en la glándula mamaria a partir de precursores sanguíneos (grasa a partir de ácidos grasos, proteína a partir de aminoácidos, etc.), mientras que otros se toman ya formados a partir de una filtración selectiva de la sangre (sales minerales).

La calidad nutritiva de cualquier leche reside en el contenido de proteína, lípidos, vitaminas y minerales que la misma presenta, quedando su composición determinada, sobre todo, por dos clases de factores: genéticos (especie, raza, variedad) y ambientales (especialmente la alimentación) (Haenlein, 1996).

2.4.1 Características fisicoquímicas de la leche ovina en comparación con la leche bovina.

En cuanto a la composición de este tipo de leche, lo primero a indicar es cómo la leche de oveja presenta un alto contenido en sólidos totales (19.30%), lo que le

confiere frente a la de vaca o cabra (12.01% y 12.97% respectivamente), una mejor calidad desde el punto de vista tecnológico, por ejemplo, para su transformación en queso o yogurt. El rendimiento y firmeza de estos productos resultan más altos, no siendo necesario al respecto, la utilización de ningún tipo de aditivo (Haenlein, 1996).

La leche de oveja se ha considerado siempre como una leche de características específicas, dependiendo su composición de la raza, la salud de las ovejas y de la alimentación. En general es blanca nacarada opaca debido al bajo contenido de pigmentos (caroteno) en los glóbulos grasos, de olor *sui generis* dado por los ácidos grasos volátiles (cáprico y caprílico) y sabor característico muy fuerte, más viscosa que la de vaca y cabra, debido a la gran riqueza en componentes, una mayor resistencia a la proliferación de microorganismos en las primeras horas después del ordeño, debido a su propiedades inmunológicas específicas, y está casi exclusivamente destinada para la producción de queso, por sus mayores características organolépticas, nutricionales y su alto contenido de sólidos, a diferencia de otras leches.

En efecto, tal como se muestra en la Tabla 4 se encuentra un estudio comparativo de la leche de oveja con la de vaca en términos de contenido en principios inmediatos, aminoácidos esenciales, vitaminas, y minerales, y en la tabla 5 se encuentra las características fisicoquímicas de la leche de oveja.

Tabla 4. Estudio comparativo (por kilogramo de leche) de la composición de la leches de oveja y vaca.

Componente	Un.	Leche de oveja	comparada con	Leche de vaca
P. inmediatos				
Grasa	g	70	43% más que	40
-Ác. Grasos cadena corta	g	12	53% más que	5.6
-Triglicéridos cadena media	g	16.4	54% más que	7.6
-Ác. Grasos monoinsaturados	g	17.2	44% más que	9.6
-Omega-3, Omega-6 y CLA	g	3.2	62% más que	1.2
-Otros	g	21.2	24% más que	16
Proteínas	g	56	41% más que	33
Lactosa	g	48	2% más que	47
Aminoácidos esenciales				
-Ramificados	g	13.6	84% más que	7.4
-Azufrados	g	1.9	42% más que	1.1
Minerales				
-Calcio	mg	1900	37% más que	1200
-Fósforo	mg	1580	41% más que	930
-Magnesio	mg	180	33% más que	120
-Zinc	mg	5.7	33% más que	3.8
Vitaminas				
-Vitamina C	mg	41.6	77% más que	9.4
-Niacina	mg	4.1	80% más que	0.8
-Ácido pantoténico	mg	4.0	23% más que	3.1
-Vitamina A	mg	1.2	75% más que	0.3
-Vitamina E	mg	1.1	18% más que	0.9
-Vitamina B1	mg	0.9	55% más que	0.4
-Vitamina B2	mg	2.9	38% más que	1.8
-Vitamina B12	µg	7.1	50% más que	3.6
-Vitamina D	µg	1.8	83% más que	0.3
-Acido fólico	µg	25	72% más que	7

Fuente: Gonzalo Abascal, Carlos y Asensio, Antonio José. La calidad nutritiva de la leche y queso de oveja (2009).

Tabla 5. Características fisicoquímicas de la leche de oveja comparada con la de vaca.

	Oveja	Vaca
Energía (Kcal./L)	1050	700
Densidad (g/mL)	1.034-1.038	1.030-1.033
Acidez (%)	0.18-0.25	0.15-0.18
pH	6.6-6.8	6.5-6.7
Punto de congelamiento	-0.580°C	-0.524°C

Fuente: Buxadé Carbó, Carlos. Ovino de leche. Aspectos claves (1998).

Chougrani *et al.* Physico-chemical and rheological properties of yoghurt manufactured with ewe's milk and skim milk (2009).

Por otra parte, la grasa de la leche de oveja tiene un 62% más de ácidos grasos omega 3, omega 6 y ácido linoleico conjugado (más conocido por las siglas CLA), que la leche de vaca, lo que representa un incrementado aporte de tales nutrientes esenciales para la salud humana.

En los llamados triglicéridos de cadena media (MCT), triglicéridos formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 6 y 14 átomos de carbono, alcanzan normalmente, un porcentaje mayor del 30%, a diferencia de la leche de vaca que no alcanza de estos compuestos más del 20%. Estos MCT muestran un interés particular desde incluso un punto de vista terapéutico, a causa de su utilidad en determinadas enfermedades metabólicas.

En efecto, los MCT se caracterizan por seguir en el organismo una vía de utilización metabólica distinta de los triglicéridos de cadena larga, ya que los ácidos grasos libres derivados de su hidrólisis, pueden ser absorbidos sin reesterificación, pasando directamente al sistema porta, siendo de esa manera transportados al hígado y tejidos periféricos. Su bajo peso molecular e hidrosolubilidad, facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga y, a diferencia de estos, la digestión de los MCT

comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica, prácticamente sin acción sobre los triglicéridos de cadena larga, inicia su hidrólisis, la que será completada por la lipasa pancreática, a un ritmo cinco veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (García, 1996).

Los ácidos cáprico y caprílico, así como otros ácidos constituyentes de los MCT, han llegado a constituir tratamiento específico en pacientes aquejados de diferentes casos de malabsorción, insuficiencia pancreática, fibrosis quística del páncreas, déficit o ausencia de sales biliares como en la hepatitis crónica o neonata, cirrosis biliar o alcohólica, así como de insuficiencia coronaria, utilizándose también este tipo de compuestos, en la alimentación de pacientes desnutridos, niños prematuros, epilepsia infantil, entre otras patologías, todo ello en base a la facilidad con que estos compuestos son capaces de generar energía, resultando dicha utilización en este caso, no dependiente del sistema carnitina, repercutiendo a la vez, sobre el metabolismo lipídico, dando lugar a una caída en los niveles de colesterol a nivel hemático, aunque también se han establecido efectos negativos del consumo de MCT en forma de compuestos puros, derivándose en consecuencia, la conveniencia de su consumo a partir de alimentos naturales especialmente ricos en los mismos, como lo es la leche de oveja y cabra.

El contenido en proteína es un 40% superior al de la leche de vaca. Además aporta entre un 40 y un 80% más de aminoácidos esenciales ramificados y azufrados que la leche de vaca. Estos aminoácidos son los de mayor valor biológico y deben ser aportados en la dieta porque el organismo no es capaz de producirlos.

Las proteínas más interesantes resultan ser las caseínas, proteínas coagulables, que determinan el rendimiento de fabricación indicado y, por tanto, la calidad tecnológica de la leche en cuestión.

Por caseínas se entiende a un grupo de proteínas de la leche, caracterizado por presentar uniones ester-fosfato, un alto contenido en prolina y bajo en cisteína. Una

definición práctica es la que indica que se trata de proteínas lácteas que precipitan a un pH=4.6, quedando constituidas por partículas complejas en forma de micelas.

Las proteínas que permanecen en solución a pH=4.6, son las del lactosuero, formadas por α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulina, péptidos y otras proteínas menores, algunas con carácter enzimático.

Como en la leche de vaca, en la de los pequeños rumiantes, se encuentran las caseínas α_{S1} , α_{S2} , β y κ . Estas diferentes caseínas lo son en razón de su composición, caracterizándose en la vaca, la α_{S1} , y β -caseína, por presentar altos contenidos en prolina, mientras que la κ -caseína se diferencia de las anteriores en razón de las uniones con carbohidratos junto a numerosos puentes disulfuro.

La composición de minerales es un 30-40% superior a la de vaca, lo cual tiene un gran interés en una población cada vez más envejecida y con problemas de osteoporosis y desmineralización de los huesos (Sanz *et al.*, 2003) (Gonzalo y Asensio, 2009).

Por último, el contenido en vitaminas de la leche de oveja es entre un 20 y un 80% superior al aportado por la leche de vaca.

2.4.2 Los efectos en la salud: ventajas y desventajas de la leche de oveja

Dado el elevado número de principios bioactivos y su interés nutricional, a continuación se mencionan sus principales efectos beneficiosos en razón de su contribución sustancial a la salud humana (Tabla 6).

Tabla 6. Principales principios bioactivos.

Principio bioactivo	Efectos beneficiosos
Ácidos grasos	
-De cadena corta	Efectos beneficiosos sobre la mucosa intestinal y bajo riesgo cardiovascular. En alguno de estos ácidos grasos (ácido butírico) se han evidenciado efectos anticancerígenos en cultivos celulares y en animales de laboratorio.
-De cadena media	Lípidos con aplicaciones únicas debido a su especial habilidad para proporcionar energía rápida en lugar de acumularse como reserva. Son absorbidos por una ruta diferente a la del resto de los lípidos, y limitan y disuelven los acúmulos de colesterol. Tiene un efecto beneficioso en numerosas enfermedades.
-Poliinsaturados (omegas 3 y 6)	Compuestos esenciales implicados en la función reproductiva, inmunitaria, epidérmica y plaquetaria. Disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares.
-CLA (ácido linoleico conjugado) (ácido ruménico o isómero C18:2 c-9, t-11 del CLA)	Importante e inequívoco efecto anticancerígeno en modelos experimentales, incluso a baja dosis. Tiene además potenciales efectos inmunomoduladores, antidiabéticos, reguladores del metabolismo lipídico y anti-arterioscleróticos. Este compuesto se forma en el rumen a partir de la ingesta de forrajes, ricos en precursores del CLA (ácido linoleico y linolénico). Por ello, el particular sistema de producción del ovino lechero Mediterráneo, basado en el pastoreo, incrementa la concentración del CLA en la leche y, por tanto, en el queso.
Proteínas	
α-, β-, γ-globulinas	A nivel general o particular, se han evidenciado efectos anticancerígenos, hipotensivos (disminución de la tensión sanguínea), potenciadores del sistema inmunitario y óseo, anticaries...
Minerales	
-Calcio	El calcio es fundamental para la formación y la densidad de los huesos y su aporte debe ser continuo en todas las etapas de la vida. El calcio tiene un importante efecto en la prevención del cáncer de colon en las personas. Previene la caries dental junto con el fósforo.
-Fósforo	Forma parte de moléculas esenciales como el ADN, ARN, ATP, y es necesario para el metabolismo celular y reproductivo. Se encuentra también en la matriz del hueso y su aporte debe ir asociado al calcio.
-Potasio	Importante papel como estabilizador de los cromosomas (ADN, ARN) y en la transmisión del impulso nervioso. Regula el balance de agua del organismo y disminuye los efectos negativos del sodio (sal) en las células, por ejemplo, en el músculo cardíaco.
-Magnesio	La mayor parte se encuentra en los huesos y tiene un importante papel en la transmisión del impulso nervioso, también a nivel muscular. Efecto antiestrés. Regulador del tránsito y absorción intestinal. Se utiliza junto con el calcio en la prevención de la osteoporosis.
-Zinc	Interviene en el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos, potencia el sistema inmunitario y favorece la cicatrización de las heridas y el crecimiento
Vitaminas	
-Liposolubles (A, D, E)	Regulación de la visión, de la expresión génica, desarrollo embrionario, del crecimiento. Resistencia a infecciones, efectos antioxidantes y antiinfecciosos, protección de enfermedades cardiovasculares...
-Hidrosolubles (grupo B, ácido ascórbico, fólico...)	Intervienen en la síntesis de ADN, ARN, metabolismo cerebral y nervioso. Previene malformaciones de la médula espinal del feto y enfermedades cardiovasculares...

Fuente: Gonzalo Abascal, Carlos y Asensio, Antonio José. La calidad nutritiva de la leche y queso de oveja (2009).

En base a lo anterior de la tabla 6 se puede entonces asegurar que las ventajas que se pueden encontrar en este tipo de leche se encuentran que:

- Una taza de leche de oveja caliente antes de acostarse ayuda a una noche de descanso tranquilo. Se ha demostrado ser especialmente beneficioso para los niños y los ancianos con el problema de orinarse en la cama.
- Doble concentración de proteínas y materia grasa. Es decir, un valor energético superior a la de vaca.
- De gran utilidad para el tratamiento de enfermedades tales como el asma, eczema y problemas de la piel, diferentes casos de malabsorción, insuficiencia pancreática, fibrosis quística del páncreas, enfermedades cardiovasculares, déficit o ausencia de sales biliares como en la hepatitis crónica o neonata, cirrosis biliar o alcohólica, en la alimentación de pacientes desnutridos, niños prematuros, epilepsia infantil, entre otras patologías
- Una alternativa para la crianza de cachorros con pedigrí debido a lo más semejante a la leche de perra.
- Rica en vitaminas, oligoelementos y macrominerales.
- Más digerible que la leche de vaca, recomendada en personas mayores.
- Sus minerales intervienen en la síntesis de hormonas, reproducción celular y sistema inmune del organismo.
- Rica en hierro, zinc, cobre, calcio, magnesio, fósforo, sodio, manganeso, cuya deficiencia puede provocar trastornos en niños y adultos.
- La leche de oveja tiene las vitaminas y minerales más concentrados, esto es debido a que tiene una menor concentración de agua.
- En cuanto al sabor de la leche de Oveja es bastante fuerte, aunque menor que la leche de Cabra.

Sus desventajas son:

- Como la leche de oveja tiene doble contenido de minerales que la leche de vaca, puede convertirse en un inconveniente si se trata esta leche fresca, ya que ofrece una resistencia mayor a las fermentaciones lácticas.
- Su costo es más elevado que la de vaca debido al mayor contenido de proteínas y casi el doble de grasa.
- La leche de oveja produce una cuajada dura, mucho más que la que haría suponer la relación entre rendimientos queseros. Este hecho debe tenerse en cuenta en la práctica quesera, haciendo más sólidas las herramientas utilizadas para trabajar la cuajada (Luquet, 1991).

3 OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar y establecer las condiciones necesarias para la obtención de leche de borrega enlatada para promover su consumo y realizar una propuesta para su producción a nivel industrial.

Objetivos particulares

Definir el diseño experimental adecuado para la obtención de la leche de borrega enlatada.

Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la materia prima.

Determinar el tiempo y la temperatura para el tratamiento térmico de esterilización.

Evaluar el producto terminado mediante un análisis de vida de anaquel acelerada y un análisis fisicoquímico y microbiológico.

Diseñar la etiqueta que llevará el producto terminado.

Evaluar la factibilidad económica para el establecimiento de una planta procesadora de leche de borrega enlatada con capacidad de producción de 1000 latas por día.

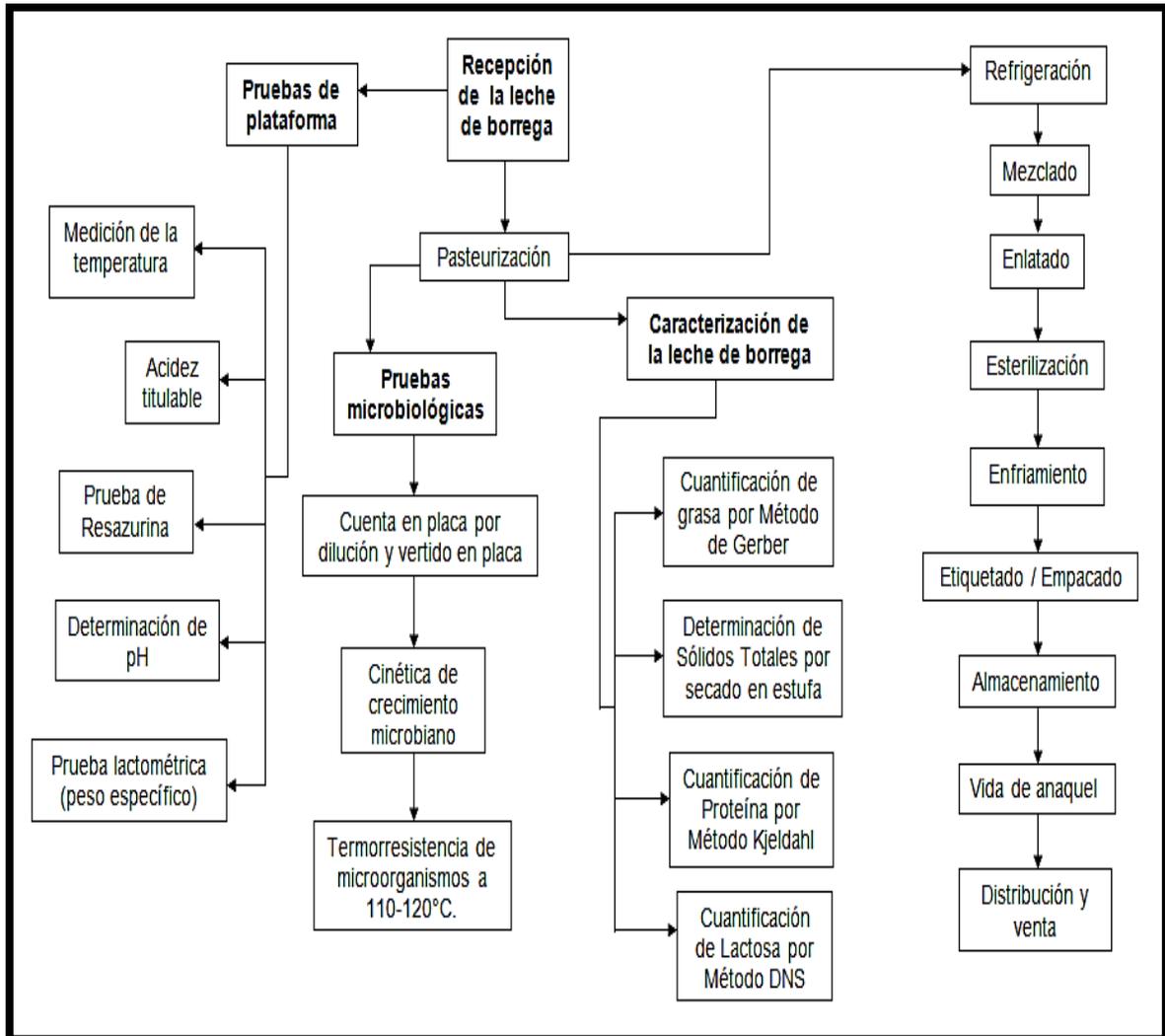
Proponer el diseño de planta a nivel industrial.

4 MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Protocolo experimental del proceso para la elaboración de leche de borrega enlatada

En el siguiente diagrama de bloques (figura 1) y con una previa búsqueda bibliográfica y de experimentación, se propuso la metodología apropiada para la obtención de dicho producto.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de leche de borrega enlatada.



4.2 Análisis fisicoquímicos de la materia prima. Pruebas de plataforma y caracterización de la leche de borrega

A la leche de borrega se le determinó por triplicado la medición de la temperatura de recepción, pH, acidez titulable, y la prueba de resazurina.

Posteriormente, se pasteurizó la leche de borrega a condiciones de 65°C/30 minutos con la finalidad de conservar la materia prima en buenas condiciones para luego ser procesada y lograr obtener el producto deseado. Por otra parte, la caracterización de la leche involucró el análisis por triplicado de proteína, grasa, carbohidratos, y sólidos totales con la finalidad de revisar y corroborar la calidad de la materia prima. Las metodologías empleadas se refieren en la tabla 7.

Tabla 7. Referencias de metodologías empleadas.

Determinación	Método	Referencia
pH	Usando electrodo de vidrio	NMX-F-317-S-1978
Acidez	Volumetría	NOM-155-SFCI-2003
Prueba lactométrica	Usando lactómetro Quevenne	NMX-F-424-S-1982
Sólidos Totales	Secado en estufa 100°C	NOM-116-SSA1-1994
Proteína	Kjeldahl	NOM-155-SFCI-2003
Grasa	Gerber	NOM-155-SCFI-2003
Lactosa	DNS	Manual de prácticas de laboratorio de productos lácteos, 2007. Facultad de Química. UNAM
Mesófilos aerobios	Dilución y vaciado en placa usando medio cuenta estándar	NOM-110-SSA1-1994 NOM-092-SSA1-1994
Resazurina		J. Pablo Pérez Gavilán-E. "Equipo para determinar la calidad microbiológica de la leche y el procedimiento para emplearlo" Patente México, C12Q-001/004, G01N-003/004, A23C-007/000.

4.3 Análisis microbiológicos de la materia prima

Dentro del análisis microbiológico se efectuó cuenta en placa por método de dilución y vertido en placa usando agar cuenta estándar debido a que es un medio de cultivo utilizado para el análisis del grado de contaminación de los productos lácteos, agua, y aguas residuales (Roger y Stanier, 1992).

Para ello se llevaron a cabo diluciones de 10^{-1} a 10^{-5} utilizando como diluyente solución salina al 0.85% para evitar choque osmótico y sembrando a partir de la dilución 10^{-2} .

Esto se realizó en 3 series de 4 placas cada una y las que presentaron desarrollo microbiano se seleccionó una placa representativa etiquetándola como C1 que a su vez se utilizó para realizar la cinética de crecimiento y la termorresistencia de los microorganismos que sobrevivieron al proceso de pasteurización. También se efectuó una tinción de Gram para conocer el tipo de morfología que presentaba.

4.3.1 Cinética de crecimiento de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización

Se desarrolló la cinética de crecimiento microbiano en medio cuenta estándar e incubando a temperaturas de 29, 37 y 55°C registrando lecturas de absorbancia a 550nm a distintos tiempos y así establecer la temperatura optima de crecimiento con el objetivo de conocer las condiciones que se deben aplicar para evitar su desarrollo en el producto final. Dicho estudio se realizó por triplicado.

4.3.2 Termorresistencia de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización

A partir de la cinética de crecimiento y tomando en consideración el tipo de producto alimenticio de baja acidez $\text{pH} > 4.6$ que se está manejando, se determinó la resistencia térmica de los microorganismos donde inicialmente se tenía 3.85×10^8 UFC/mL, esto se realizó por duplicado mediante ampollitas selladas de vidrio que

contenían 3mL del medio cuenta estándar con desarrollo microbiano (previamente inoculado e incubado a 37°C/24h) sometiénolo a temperaturas de 110 y 120 °C exponiéndolo a tiempos de 1, 2, 3, 10, 20, y 30 minutos en baño de aceite y enfriándolas en hielo para posteriormente sembrar mediante diluciones apropiadas y vertido en placa (usando agar cuenta estándar), con el propósito de encontrar el tiempo de procesamiento aplicado a una población microbiana a temperatura constante, requerido para inactivar el 90% de la población mejor conocido como el tiempo de reducción decimal (D) (Rees y Bettison,1991) para que de esta manera se pueda establecer las condiciones de esterilización del producto enlatado.

4.4 Proceso de enlatado y esterilización

Una vez analizada la calidad de la materia prima se calentó la leche de borrega a una temperatura de 55°C con la finalidad de disminuir la formación de espuma al momento de llenar las latas y engargarlas.

Posteriormente, se esterilizaron 6 latas llenas a 121°C/4minutos y otras 6 a 121°C/12minutos a una presión de 1.42kg/cm² para luego ser enfriadas bajo chorro de agua.

Esta etapa del proceso se realizó varias veces para conocer la vida útil de la leche de borrega pasteurizada y conocer las características finales que tendrá el producto terminado tomando como referencia el tiempo (en días) que tiene un mismo lote de leche de borrega previamente pasteurizada durante su almacenamiento en refrigeración.

4.5 Vida de anaquel acelerada

Para comprobar una correcta esterilización, se realizó el análisis por duplicado de la vida de anaquel acelerada y el análisis microbiológico correspondiente.

La vida de anaquel acelerada consistió en colocar 2 o 3 latas esterilizadas ($t_{\text{esterilización}} = 4$ y 12 minutos) en las siguientes condiciones: unas latas a 7 días a 55°C y otras a

7 días a 37°C, al finalizar el tiempo se procedió a la inspección física y microbiológica de las latas.

1. Inspección física. Se buscaron cambios visuales en las latas cerradas; al momento de abrirlas se observó visualmente su apariencia, olor, color, presencia de gas o espuma. En el caso de presentar cualquier cambio nos indica una incorrecta esterilización. Posteriormente se determinó el pH y la acidez.

2. Análisis microbiológico. Se determinó la presencia de microorganismos mediante sembrado por asada en placas con agar cuenta estándar.

4.6 Análisis fisicoquímicos del producto terminado

Se realizó la determinación por triplicado de grasa, lactosa, proteína, acidez y pH al producto terminado con las metodologías antes mencionadas (Tabla 7).

4.7 Diseño de etiqueta

Mediante la NOM-051-SCFI-1994. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados, se obtendrá el diseño de etiqueta que llevara el producto terminado.

4.8 Propuesta de diseño de planta a nivel industrial

Se evaluará mediante estados financieros la factibilidad económica para la propuesta de diseño de una planta procesadora de leche de borrega enlatada con capacidad de producción de 1000 latas/día.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Pruebas de plataforma y caracterización de la leche de borrega

En la tabla 8 se observa los resultados promedio de los análisis que se le realizó a la leche de borrega para corroborar su calidad como materia prima.

Tabla 8. Análisis Fisicoquímicos de la leche de borrega.

Parámetro	Valor experimental	Valor Teórico
Temperatura	6°C	6°C ^a
pH	6.64 ± 0.006	6.6-6.8 ^a
%acidez	0.24 ± 0.006	0.18-0.25 ^{a,b}
Prueba Resazurina	Calidad buena	Calidad ^c Buena
Densidad (g/mL)	1.032 ± 0.001	1.032-1.036 ^a
%Sólidos Totales	16.8 ± 0.134	17.7 ^d
%Grasa	6.4 ± 0.058	7.4 ^d
%Lactosa	4.7 ± 0.058	4.8 ^d
%Proteína	5.6 ± 0.029	5.5 ^d

CV= 2.5%

^a Buxadé Carbó, Carlos. Ovino de leche. Aspectos claves (1998).

^b Chougrani *et al.* Physico-chemical and rheological properties of yoghurt manufactured with ewe's milk and skim milk (2009).

^c Pérez Gavilán E.,J.P. Patente núm. 170279: "Equipo para determinar la calidad microbiológica de la leche y procedimiento para emplearlo" UNAM.

^d Fundación por el desarrollo regional y la competitividad (FUNDECO) (2010).

Para el caso de las pruebas de plataforma que comprende temperatura, pH, densidad y %acidez, indican que dichos resultados caen dentro del criterio de aceptación en comparación con valores teóricos reportados en la literatura.

Para la interpretación de la prueba de resazurina, que es un kit rápido de detección de la calidad bacteriológica de la leche, donde una ampolla de vidrio que contiene

en su interior resazurina previamente secado (y con capacidad de 5mL de muestra), se consideró la escala de coloración del propio kit que indica el grado de aceptabilidad empezando con la tonalidad azul(calidad buena), lila (calidad regular), rosa (calidad mala), y blanco (calidad muy mala).

Estos cambios se deben a que la resazurina es azul a la reacción con la leche normal (pH=6.5-6.6) y rojo (pH=5.3), correspondiendo el primer estado de su reducción a la resorufina, de color rosado en solución en la leche. En una etapa posterior o última se forma la hidrorosorufina que es incolora. De esta manera la reducción del colorante opera en una primera instancia, cambiando el color azul violáceo al rosado pasando por varios matices lila, malva, rojo malva, y en último término al incoloro, reflejando de esta manera la actividad metabólica de los microorganismos, principalmente de las reductasas.

Sin embargo, las condiciones de higiene y sanidad en las explotaciones lecheras tienen un efecto importante en la calidad microbiológica de la leche, cuanto mayores sean los cuidados aplicados al ordeño y a la sanidad de los animales productores de leche, menores serán los contenidos microbianos en la misma. Así mismo, corrales libres de estiércol y lodo, salas de ordeño limpias, secas y desinfectadas, equipo de ordeño funcionando de manera adecuada y una rutina de ordeño correcta, resultarán en un correcto manejo del hato y por ende una buena calidad de la leche.

Por otra parte, la composición porcentual de la leche es considerada aceptable de acuerdo a las referencias bibliográficas encontradas. Por lo tanto, es de suma importancia un buen sistema de alimentación que cubra los requerimientos nutricionales del ganado ovino durante toda su etapa productiva (preñez, lactancia, y recuperación) ya que, una oveja bien nutrida nos asegura una adecuada producción de leche en cantidad y calidad nutricional (Frey *et al.*, 2007).

5.2 Pruebas microbiológicas

5.2.1 Microbiología de la leche de borrega por método de dilución y vertido en placa

El análisis microbiológico demuestra que la leche de borrega previamente pasteurizada contiene alrededor de 1000 y 1600UFC/mL en promedio. (Tabla 9)

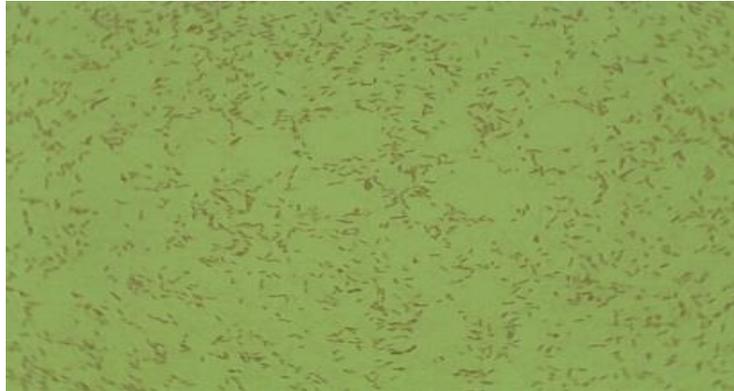
Tabla 9.
Microbiología de la leche de Borrega.
Valores promedio.

Dilución	Colonias	UFC/mL
10^{-2}	16	1600
10^{-3}	1	1000
10^{-4}	0	-
10^{-5}	0	-

Esta técnica no pretende detectar todos los microorganismos presentes, pero el medio de cultivo, las condiciones de temperatura y la presencia de oxígeno, permiten seleccionar grupos de bacterias cuya presencia es importante en diferentes alimentos; por ejemplo, las bacterias mesofílicas aerobias, o mesófilos aerobios son un indicador general de la población que pueden estar presente en una muestra y, por lo tanto, de la higiene con que ha sido manejado el producto. Este grupo en particular, se determina en la mayor parte de los alimentos.

Por otro lado, en la imagen 1 se presenta la tinción de Gram de la placa seleccionada y etiquetada como C1 donde se puede apreciar la identificación y diferenciación del microorganismo en estudio el cual muestra que se trata de un bacilo Gram negativo.

Imagen 1. Tinción de Gram efectuada a las colonias aisladas de la placa seleccionada (C1).



Las bacterias que retienen el colorante primario (cristal violeta) a lo largo de todo el proceso y no reaccionan con el colorante de contraste (safranina) son llamadas Gram positivas, éstas se ven teñidas de morado; el segundo grupo de bacterias pierden el colorante primario, reaccionan con el colorante de contraste y se denominan Gram negativas, estas se tiñen de rojo.

Esto es debido a la reacción efectuada entre los colorantes aplicados en la técnica de Gram y a la composición y estructura de la pared celular. Este grupo bacteriano tiene una pared celular delgada (10 a 15nm), contiene poco peptidoglucano (5 a 10%), con pocos enlaces transversales entre las cadenas de N-acetil-murámico y N-acetil-glucosamina. Estas bacterias además presentan una capa externa constituida por lipopolisacáridos; en estas el alcohol-acetona disuelve los abundantes lípidos (20 a 35%) de la pared, abriendo los poros y facilitando la salida del complejo cristal violeta-iodo y a la decoloración, por lo que las bacterias se tornan invisibles, y reaccionan con la safranina, dando esa coloración rojiza.

Además, al tratarse de bacterias gram negativas se podrían relacionar con la familia *Enterobacteriaceae*.

Sin embargo, tiene una gran importancia desde dos puntos de vista, higiénico: ya que varias de estas especies tienen poder patógeno, de las cuales la más temible es la *Salmonella* y otras que pueden provocar trastornos gastrointestinales (*E. coli*, *Shigella*, *Yersinia*); y tecnológico: ya que son bacterias heterofermentativas, grandes productoras de gas además producen sustancias viscosas y de sabor desagradable, lo cual conduce a la alteración de la leche o subproductos.

5.2.2 Cinética de crecimiento de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización

Partiendo del microorganismo que se seleccionó de la placa C1 se presenta en la tabla 10 la cinética de crecimiento microbiano desarrollado en el medio de cultivo cuenta estándar bajo condiciones de incubación a 29,37, y a 55°C.

Tabla 10. Resultados promedio del monitoreo del crecimiento microbiano a 29, 37, y 55°C a distintos intervalos de tiempo mediante medición de absorbancia a 550nm del microorganismo proveniente de la placa etiquetada como C1.

Tiempo (h)	T= 29°C		T= 37°C		T= 55°C	
	Promedio Densidad Óptica	ln(DO _f /DO _i)	Promedio Densidad Óptica	ln(DO _f /DO _i)	Promedio Densidad Óptica	ln(DO _f /DO _i)
0	0.0100	0	0.0100	0	0.0100	0
2	0.0100	0	0.0200	0.6931	0.0100	0
4	0.0100	0	0.0233	0.8473	0.0100	0
6	0.0133	0.2877	0.0250	0.9163	0.0100	0
8	0.0233	0.8473	0.0300	1.0986	0.0133	0.2877
10	0.0367	1.2993	0.0367	1.2993	0.0157	0.4490
12	0.0433	1.4663	0.0433	1.4663	0.0183	0.6061
24	0.0967	2.2687	0.4967	3.9053	0.0633	1.8458
48	0.5067	3.9253	0.6600	4.1897	0.0900	2.1972
72	0.5400	3.9890	0.6967	4.2437	0.2900	3.3673
96	0.5100	3.9318	0.7267	4.2859	0.2233	3.1061
	CV= 65.67%		CV= 24.89%		CV= 118.64%	

DO_f: Densidad óptica final.

DO_i: Densidad óptica inicial.

Tomando como ejemplo los resultados de la temperatura de incubación a 29°C se muestra como se obtiene la relación $\ln (DO_f / DO_i)$

Para tiempo 0h $DO_i = 0.01$ y para 2 h $DO_f = 0.01$.

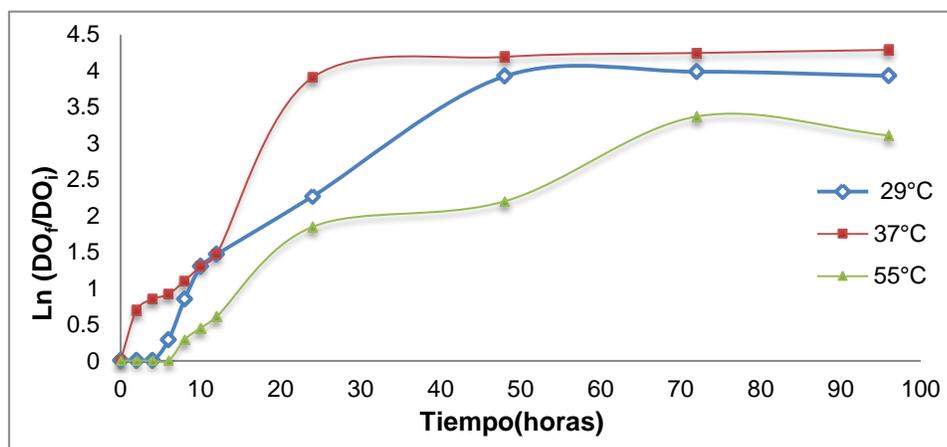
Por lo tanto el $\ln(0.01/0.01) = 0$

La razón por la cual se emplearon las tres temperaturas en este estudio microbiológico fue para cubrir un rango desde 29°C hasta 55°C con el fin de conocer las condiciones óptimas de crecimiento de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización y partiendo de esta información tomar las precauciones necesarias para evitar su desarrollo en el producto terminado.

Con ayuda de los valores promedio de la densidad óptica en cada condición de incubación (Tabla 10) se puede observar que, en cada caso, el aumento en absorbancia fue relativamente distinto debido principalmente a la capacidad del microorganismo para adaptarse y poder reproducirse bajo estas condiciones de incubación y con la expresión $\ln (DO_f/DO_i)$ nos indica el número de células microbianas que aumentan en determinado tiempo.

A partir de esta relación matemática se construyó la gráfica 1 que expone de manera más clara la cinética del crecimiento microbiano.

Gráfica 1. Cinética de crecimiento microbiano del microorganismo proveniente de la placa C1 inoculado en medio cuenta estándar e incubado a 29, 37 y 55°C



En la gráfica 1 se expone el comportamiento microbiano del microorganismo a las distintas temperaturas empleadas donde se aprecia que la fase lag es similar dentro de las primeras 6 horas para 29°C y 55°C, en el caso de 37°C no se puede apreciar a detalle esta fase pero se considera que abarca también las primeras 6 horas debido a los valores de densidad óptica mostrados anteriormente en la tabla 10.

Por otro lado, conforme pasaba el tiempo se presentó la fase log, que en el caso de 29°C, aumenta el valor de la densidad óptica de 0.0133 hasta 0.5400 al llegar a las 72 horas y comenzando después la fase estacionaria observando en la misma curva un ligero declive (inicio de fase de muerte) a partir de las 96 horas con valor de absorbancia de 0.5100.

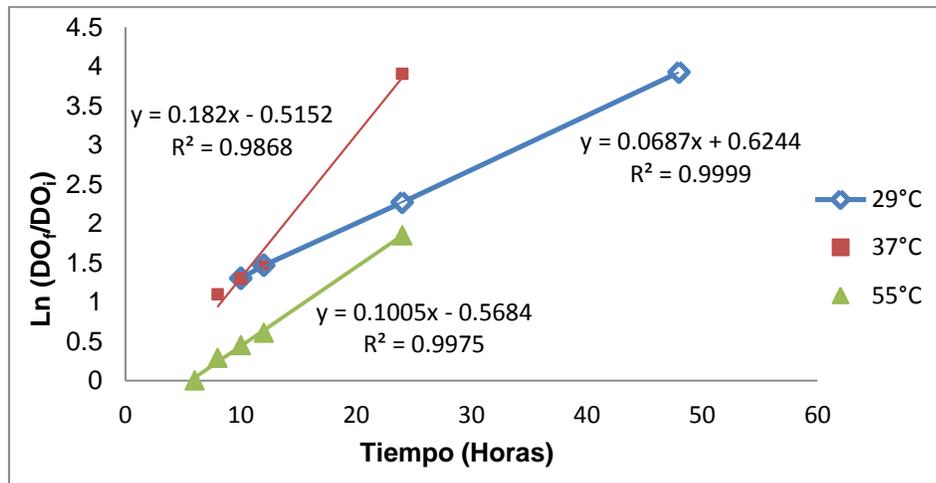
En contraste con la temperatura de 37°C aumenta la duplicación bacteriana tras el cambio repentino del valor de absorbancia de 0.0300 a las 8 horas y llegando a un valor de 0.4967 a las 24 horas y aumentando cada vez más conforme pasaba el tiempo.

Para 55°C el cambio de densidad óptica es más lento donde a partir de las 72 horas se observa un incremento de dicho valor (inicialmente 0.0133 a las 8 horas llegando a 0.2900) y a las 96 horas inicia la fase de declive con un descenso en el valor de absorbancia de 0.2233, por lo que es evidente que al tratarse de una temperatura elevada al microorganismo le cuesta trabajo adaptarse a las condiciones de incubación reflejando el comportamiento mostrado en la gráfica 1.

Es así como se puede decir que dicho comportamiento exponencial se debe a que el número de células de la población bacteriana que se reproducen esta función del tiempo y la temperatura y se encuentran principalmente limitado por el agotamiento de los nutrientes disponibles o por la acumulación de productos tóxicos del metabolismo propiciando que la velocidad de crecimiento se vea afectada de tal manera que las células viables disminuyen con respecto al tiempo.

Partiendo de la gráfica 1 se seleccionaron los puntos que abarcan la fase log para obtener de esta manera la representación gráfica del crecimiento exponencial (gráfica 2).

Gráfica 2. Crecimiento exponencial del microorganismo proveniente de la placa C1.



Esta última gráfica permite encontrar el tiempo de duplicación (t_d) para la población estudiada. Es frecuente que a partir de mediciones de crecimiento a intervalos de tiempos conocidos y graficando estos datos se calcule el tiempo de duplicación de una población microbiana mediante el valor de la pendiente de la ecuación lineal mejor conocido como velocidad de crecimiento (μ).

Para obtener los resultados de μ y t_d se presenta a continuación el ejemplo del cálculo que se debe realizar:

Para 29°C la gráfica arrojó la ecuación $y = 0.0687x + 0.6244$ y a partir de aquí se observa que la $\mu = m = 0.0687\text{h}^{-1}$ y para el tiempo de duplicación se define como $t_d = \ln 2 / \mu$, por lo tanto el t_d para esta condición de temperatura es $t_d = \ln 2 / 0.0687 = 10.089\text{h}$.

En la tabla 11 se muestra los valores de las velocidades de crecimiento y tiempos de duplicación para cada temperatura.

Tabla 11. Velocidad de crecimiento y tiempo de duplicación.

Temperatura	Velocidad de crecimiento	Tiempo de duplicación
29°C	$\mu=0.0687h^{-1}$	$td=\ln 2/\mu= 10.089h$
37°C	$\mu= 0.1820h^{-1}$	$td=\ln 2/\mu=3.808h$
55°C	$\mu= 0.1005h^{-1}$	$td=\ln 2/\mu= 6.896h$

Al realizar el comparativo de cada uno de los resultados con respecto a las distintas temperaturas se demuestra que el td que alcanza un cultivo microbiano está relacionada con la μ (que a su vez está en función del tiempo), así como otros factores como el tipo de microorganismo, temperatura, pH, etc.

En conclusión a esto, a mayor velocidad de crecimiento menor será el tiempo de duplicación reflejándose en un rápido desarrollo microbiano por lo que la temperatura óptima de crecimiento del microorganismo se encuentra en 37°C con una $\mu= 0.1820h^{-1}$ y un $td=3.808h$ en comparación con 29 y 55°C.

5.2.3 Termorresistencia de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización

5.2.3.1 Determinación del tiempo de reducción decimal de la población microbiana (D)

En la tabla 12 se reporta la carga microbiana inicial que se cuantificó antes de llevar a cabo el proceso de la termorresistencia del microorganismo proveniente de la placa C1.

Tabla 12. Cuantificación de los microorganismos sin tratamiento térmico.

Dilución	Número de colonias	UFC/mL
10^{-7}	42	4.2×10^8
10^{-7}	35	3.5×10^8
	Promedio	3.85×10^8

Con la información anterior se procedió a exponer los microorganismos a temperaturas de 110 y 120°C obteniendo los resultados promedio en la tabla 13.

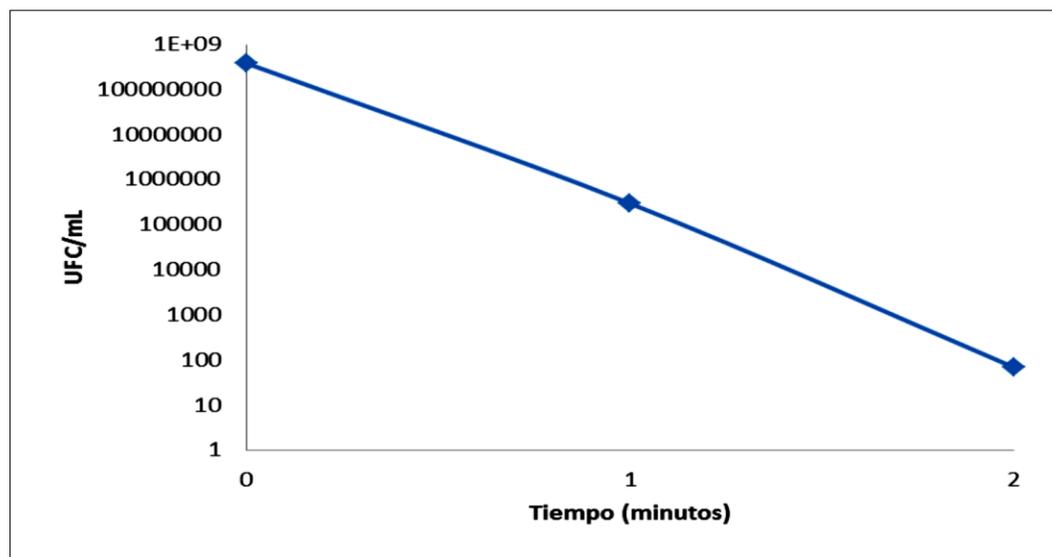
Tabla 13. Termorresistencia del microorganismo proveniente de la placa C1.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	UFC/mL
110	1	$>300 \times 10^3$
110	2	70

Se puede observar que a temperatura de 110°C por un periodo de 2 minutos es evidente el efecto letal de altas temperaturas en la población microbiana ya que se aprecia una disminución drástica de 3.85×10^8 UFC/mL hasta 70 UFC/mL. Para 120°C ya no se observó crecimiento microbiano.

La gráfica 3 muestra una recta típica de supervivencia microbiana representando, en función del tiempo, los microorganismos sobrevivientes a la exposición de altas temperaturas.

Gráfica 3. Curva de supervivencia del microorganismo sometido a 110°C.



A continuación se muestra el cálculo que se realizó para obtener el valor D para este microorganismo.

Cálculo del valor D

$$\begin{array}{l}
 3.85 \times 10^8 \text{ UFC/mL (t= 0min)} \xrightarrow{110^\circ\text{C} / 1\text{min.}} > 300 \times 10^3 \text{ UFC/mL} \\
 \xrightarrow{110^\circ\text{C} / 2\text{min.}} 70 \text{ UFC/mL}
 \end{array}$$

Disminuye 7 log por lo tanto $D = 2\text{min} / 7 = 0.285\text{minutos}$

A partir de este gráfico se determinó el tiempo de reducción decimal (D) arrojando el valor de $D = 0.285\text{minutos}$ necesarios para inactivar el 90% de la población microbiana presente en la leche de borrega. Para el caso de 120°C no se encontró el valor de D debido a que a esta temperatura de exposición ya no se observó crecimiento microbiano.

Con base a esta información obtenida sobre el tipo de microorganismo cuantificado y el valor de D es como se establece las condiciones de esterilización de la leche de borrega enlatada, que en este caso, se interpreta que se requiere de 110°C en un tiempo de 0.285minutos para destruir el 90% de la población microbiana presente en la leche. Sin embargo, para asegurar la destrucción de microorganismos así como de posible presencia de esporas que pudieran alterar el producto enlatado y/o afectar la salud del consumidor se decide emplear 121°C en tiempos de 4 y 12 minutos.

5.3 Vida de anaquel acelerada

En las tablas 14,15, y 16 se muestran las características promedio que presentó la leche de borrega enlatada durante el análisis de vida de anaquel acelerada.

Tabla 14. Leche de borrega enlatada 2 días después de estar almacenada la materia prima a 4°C.

Muestra	Tratamiento Térmico	Temperatura de Incubación de la lata	pH	%Acidez	Color / Sabor	Viscosidad (Centipoise)	Carga Microbiana
Leche de borrega	Pasteurización 65°C/30minutos	-----	6.64	0.27% Ácido Láctico	Blanco nacarado / ligeramente dulce	4	26UFC/mL
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	Temperatura ambiente	6.54	0.23% Ácido Láctico	Café ligeramente tenue / dulce	5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	37°C/7 días	6.15	0.28% Ácido Láctico	Café pardo / Dulce	36.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	55°C/7 días	6.17	0.26% Ácido Láctico	Café pardo / dulce intenso	11.25	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	Temperatura ambiente	6.24	0.24% Ácido Láctico	Café pardo ligeramente / dulce	14.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	37°C/7 días	6.23	0.25% Ácido Láctico	Café pardo / dulce intenso	30	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	55°C/7 días	5.95	0.29% Ácido Láctico	Café pardo intenso / ligeramente ácido, presencia de precipitado	467.5	Negativo

$$\sigma = 0.354 \quad CV = 3.15\%$$

Tabla 15. Leche de borrega enlatada 1 semana después de estar almacenada la materia prima a 4°C.

Muestra	Tratamiento Térmico	Temperatura de Incubación de la lata	pH	%Acidez	Color / Sabor	Viscosidad (Centipoise)	Carga Microbiana
Leche de borrega	Pasteurización 65°C/30minutos	-----	6.53	0.29% Ácido Láctico	Blanco nacarado / ligeramente dulce	4	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	Temperatura ambiente	6.42	0.19% Ácido Láctico	Café ligeramente tenue / dulce	5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	37°C/7 días	6.28	0.24% Ácido Láctico	Café pardo ligeramente / dulce	17	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	55°C/7 días	6.13	0.27% Ácido Láctico	Café pardo/dulce intenso	15.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	Temperatura ambiente	6.25	0.22% Ácido Láctico	Café pardo ligeramente / dulce	24.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	37°C/7 días	6.13	0.26% Ácido Láctico	Café pardo / dulce intenso, ligeramente precipitado	162.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	55°C/7 días	5.99	0.29% Ácido Láctico	Café pardo intenso / ligeramente ácido, presencia de precipitado	122.5	Negativo

$$\sigma = 0.007 \quad CV = 2.59\%$$

Tabla 16. Leche de borrega enlatada 2 semanas después de estar almacenada la materia prima a 4°C.

Muestra	Tratamiento Térmico	Temperatura de Incubación de la lata	pH	%Acidez	Color / Sabor	Viscosidad (Centipoise)	Carga Microbiana
Leche de borrega	Pasteurización 65°C/30minutos	—————	6.63	0.26% Ácido Láctico	Blanco nacarado / ligeramente dulce	4	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	Temperatura ambiente	6.30	0.21% Ácido Láctico	Café ligeramente tenue / dulce	6	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	37°C/7 días	6.25	0.23% Ácido Láctico	Café pardo / dulce	6.5	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/4minutos	55°C/7 días	6.14	0.27% Ácido Láctico	Café pardo / dulce intenso	30	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	Temperatura ambiente	6.23	0.23% Ácido Láctico	Café pardo ligeramente / dulce	22	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	37°C/7 días	6.18	0.23% Ácido Láctico	Café pardo / dulce intenso	29	Negativo
Leche de borrega	Esterilización 121°C/12minutos	55°C/7 días	5.99	0.29% Ácido Láctico	Café pardo intenso / ligeramente ácido, presencia de precipitado	310	Negativo

$$\sigma = 0.007 \quad CV = 3.33\%$$

En este estudio se tomó como referencia a la leche de borrega pasteurizada para lograr hacer el comparativo sobre los cambios observados en el producto final.

Se puede observar que la leche de borrega pasteurizada y almacenada a 4°C (a 2 días, 1 semana y 2 semanas después) presentan el valor de %acidez en 0.27, 0.26 y 0.29%, respectivamente. En cuanto al pH se mantuvo en 6.64 y 6.63 a excepción de 6.53 que corresponde a 1 semana después de haber estado la leche pasteurizada en refrigeración. Para el parámetro de viscosidad y las características de sabor y color se mantuvieron sin cambio alguno. Para la parte microbiológica se reportó 26UFC/mL para la leche de borrega pasteurizada y almacenada 2 días después de haberse adquirido y para los otros casos hubo ausencia de desarrollo microbiano.

Ahora bien, al comparar el producto enlatado y esterilizado a 121°C/4 minutos y almacenado a temperatura ambiente podemos ver en cada una de las tablas antes

mencionadas (14,15, y 16) que los cambios son evidentes en el sabor y la coloración con respecto a la leche pasteurizada debido a que inicialmente tenía un color blanco nacarado y un sabor ligeramente dulce y al momento de abrir las latas éstas presentaron en todos los casos una coloración café ligeramente tenue y un sabor dulce más perceptible en comparación con la leche pasteurizada. Los valores de pH y acidez disminuyeron y sólo la viscosidad se observó un pequeño aumento de 1 a 2 unidades.

Para las latas tratadas térmicamente a 121°C/4min e incubadas a 37°C/7días, los cambios son más visibles en la coloración, tornándose a un café pardo y un sabor dulce con respecto a la leche de referencia. Los valores de pH y %acidez también disminuyeron y sólo para el producto enlatado 2 días después de estar en refrigeración la materia prima aumentó ligeramente su acidez de 0.27% a 0.28% de ácido láctico.

La viscosidad aumentó de 4cp a valores de 36.5, 17 y 6.5cp que corresponde a 2 días, 1 semana, y 2 semanas después estar la leche de borrega pasteurizada a 4°C.

Por otro parte, bajo las condiciones de 55°C/7 días reflejan que la coloración observada visualmente es la misma para todos los casos pero el sabor se intensifica un poco más, el pH se encontró en un rango de 6.13 a 6.17 y la acidez en 0.26 a 0.27% de ácido láctico así como valores de viscosidad de 11.25, 15.5, y 30cp en comparación con la leche de borrega previamente pasteurizada y sin esterilizar.

No obstante, las latas sometidas a 121°C/12minutos que fueron almacenadas a temperatura ambiente presentaron en el producto terminado el mismo sabor y tonalidad del color, una disminución del pH en un rango de 6.23 a 6.25, una acidez de 0.22 a 0.24% de ácido láctico y una viscosidad de 14.5 a 24.5cp que si se compara con la leche de referencia si es notable dichos cambios.

En cuanto a la incubación de las latas a 37°C/7 días bajo las mismas condiciones de esterilización (121°C/12min) cabe señalar que se detectó visualmente una coloración café pardo pero con un sabor mucho más notorio en relación con la leche pasteurizada. Así mismo se ha de mencionar que para el enlatado de 1 semana se detectó la presencia de un ligero precipitado lo que conlleva a un aumento drástico del valor de viscosidad de 4 hasta 162.5cp comparado con los 30 y 29cp que corresponde a 2 días y 2 semanas. En relación con el pH y la acidez se encuentran en un rango de 6.13 a 6.23 y de 0.23 a 0.26%, respectivamente.

Con respecto a 55°C/7días se puede observar en cada una de las tablas anteriormente presentadas que los cambios son aún más drásticos en cada una de las características evaluadas en el producto terminado respecto a la materia prima obteniéndose en este punto una coloración mucho más intensa, un sabor ligeramente ácido, bajo pH de 5.95 a 5.99 y una acidez de 0.29% seguido de la presencia de precipitado lo cual arrojó valores altos de viscosidad desde 122.5cp hasta 467.5cp por lo que su apariencia no era agradable a la vista y al paladar.

Los resultados microbiológicos arrojaron ausencia de microorganismos en cada uno de los enlatados analizados y la inspección física de las latas no presentó alteraciones (abombamiento).

En general, esto explica que los tratamientos térmicos tales como la pasteurización y la esterilización al que se le somete a la leche de borrega originan cambios sobre las características del producto final (color, olor y sabor). Esto está en función del tiempo y la temperatura durante el proceso.

Las micelas de caseína y los glóbulos de grasa también sufren modificaciones en su integridad, ya que su estabilidad es determinada por las fuerzas físicas de interacción moleculares que son afectadas por el calor.

Incluso inducen el inicio de las reacciones de Maillard formando lactosa-lisina y otros compuestos que reducen la cantidad de lisina disponibles.

Muchos de los cambios que experimenta los diversos productos lácteos en el aroma y la textura durante tratamientos térmicos se deben sin duda al grado de desnaturalización de las proteínas. Tratamientos relativamente suaves como la pasteurización apenas modifican el estado de las proteínas. Una exposición prolongada a temperaturas más elevadas produce la desnaturalización proteica. Las modificaciones comprenden: 1) una mayor sensibilidad del enlace peptídico a los fenómenos de hidrólisis provocados por enzimas proteolíticas; 2) descenso o incluso pérdida de la actividad enzimática; 3) disminución de la solubilidad; 4) incremento de la viscosidad y 5) aumento del poder rotatorio específico de la proteína.

Desde el punto de vista nutritivo, la desnaturalización de las proteínas pueden hacerlas más susceptibles al ataque de las enzimas proteolíticas y facilitar por tanto la digestión de las mismas.

Por lo tanto, de acuerdo a este estudio de vida de anaquel acelerada las condiciones que mostraron una correcta esterilización fue 121°C/4minutos. La utilidad de la materia prima en base al tiempo y las condiciones de almacenamiento reflejan que los cambios son significativos en el producto final. Por consiguiente, lo recomendable es procesarla lo más rápido posible en cuanto sea recibida.

5.4 Análisis fisicoquímicos del producto terminado

En la tabla 17 se muestra el análisis fisicoquímico del producto terminado sometido a condiciones de 121°C/4minutos.

Tabla 17. Análisis fisicoquímicos de leche de borrega enlatada.

% Acidez	pH	%Grasa	%proteína	%Lactosa
0.23 ± 0.006	6.54 ± 0.006	6.3 ± 0.058	5.4 ± 0.023	4.6 ± 0.058

Se aprecia que es mínimo el cambio en comparación con la materia prima (acidez 0.24%, pH 6.64, 6.4% grasa, 4.7% lactosa, y 5.6% proteína).

Los canales de distribución son a través de las tiendas de autoservicio o tiendas especializadas para que el ama de casa, quien regularmente hace las compras, adquiera este nuevo producto.

Administración y control de inventarios: La administración y el control de los inventarios tienen como función principal determinar la cantidad suficiente y tipo de los insumos, productos en proceso y terminados o acabados para hacer frente a la demanda del producto, facilitando con ello las operaciones de producción y venta y minimizando los costos al mantenerlos en un nivel óptimo.

La inversión que representan los inventarios es un aspecto muy importante para la empresa en la administración financiera. En consecuencia, se debe estar familiarizado con los métodos para controlarlos con certeza y asignar correctamente los recursos financieros (Secretaría de Economía. Guías empresariales).

Para obtener dichos estados financieros se tomó en cuenta los costos directos que comprende la cotización de maquinaria necesaria (año 2012), la materia prima, los empleados (se consideró el salario mínimo para el año 2012 de acuerdo a los puestos de cada persona según la secretaria del trabajo y previsión social), etc., y los gastos administrativos, y gastos de venta que engloban los costos indirectos.

A continuación se presentan los estados financieros de la planta procesadora de leche de borrega enlatada para un lapso de tiempo de 10 años de producción, lo cual se obtuvo del Software para la realización de estados financieros (Pérez Gavilán-E.J.P, 2000.) y comprende lo siguiente:

- Estado de costos de producción.
- Inversión total.

- Estado de resultados.
- Estado de origen y aplicación de los recursos.
- Capital de trabajo.
- Balance general.

ESTADO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	1	2	3	4	5
Leche de borrega					
Materia prima	72,944.5	85,101.9	97,259.3	109,416.7	121,574.1
Mano de obra directa	90,702.0	105,819.1	120,936.1	136,053.1	151,170.1
PRODUCTO 2					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 3					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 4					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 5					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SERVICIOS: AGUA, LUZ, TELÉFONO, ETC.	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3
MANTENIMIENTO	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3
COSTO DE PRODUCCIÓN	169,297.1	196,571.5	223,846.0	251,120.4	278,394.8
INDIRECTOS	201,941.5	201,941.5	201,684.1	199,679.6	185,563.6
Depreciación de maquinaria y equipo	11,781.0	11,781.0	11,781.0	11,781.0	0.0
Depreciación de equipo para investigación	1,801.9	1,801.9	1,544.4	0.0	0.0
Depreciación de construcciones	6,000.0	6,000.0	6,000.0	6,000.0	6,000.0
Depreciación de equipo de transporte	2,105.0	2,105.0	2,105.0	2,105.0	0.0
Depreciación de equipo de cómputo	690.0	690.0	690.0	230.0	0.0
Depreciación de equipo de oficina	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
Depreciación 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL DE DEPRECIACIONES	22,463.1	22,463.1	22,205.6	20,201.2	6,085.2
Amortización 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amortización 2					
TOTAL DE AMORTIZACIONES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	64,704.0	64,704.0	64,704.0	64,704.0	64,704.0
GASTOS DE VENTA	114,774.4	114,774.4	114,774.4	114,774.4	114,774.4
SUBTOTAL	201,941.5	201,941.5	201,684.1	199,679.6	185,563.6
TOTAL	371,238.6	398,513.0	425,530.0	450,800.0	463,958.4
COSTOS UNITARIOS					
Leche de borrega	6.187	5.693	5.319	5.009	4.640

ESTADO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	6	7	8	9	10
Leche de borrega					
Materia prima	121,574.1	121,574.1	121,574.1	121,574.1	121,574.1
Mano de obra directa	151,170.1	151,170.1	151,170.1	151,170.1	151,170.1
PRODUCTO 2					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 3					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 4					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 5					
Materia prima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mano de obra directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SERVICIOS: AGUA, LUZ, TELÉFONO, ETC.	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3
MANTENIMIENTO	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3	2,825.3
COSTO DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS	278,394.8	278,394.8	278,394.8	278,394.8	278,394.8
Depreciación de maquinaria y equipo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación de equipo para investigación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación de construcciones	6,000.0	6,000.0	6,000.0	6,000.0	6,000.0
Depreciación de equipo de transporte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación de equipo de cómputo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación de equipo de oficina	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
Depreciación 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL DE DEPRECIACIONES	6,085.2	6,085.2	6,085.2	6,085.2	6,085.2
Amortización 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Amortización 2					
TOTAL DE AMORTIZACIONES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	64,704.0	64,704.0	64,704.0	64,704.0	64,704.0
GASTOS DE VENTA	114,774.4	114,774.4	114,774.4	114,774.4	114,774.4
SUBTOTAL	185,563.6	185,563.6	185,563.6	185,563.6	185,563.6
TOTAL	463,958.4	463,958.4	463,958.4	463,958.4	463,958.4
COSTOS UNITARIOS					
Leche de borrega	4.640	4.640	4.640	4.640	4.640

ESTADO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (ANEXO) PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA COSTO DE EQUIPO Y MATERIA PRIMA AL 100% DE LA CAPACIDAD					
		Leche	Latas	Cajas de cartón	Etiquetas
Costo al 100% de la capacidad	121,574.1	69,444.4	41,063.2	4,938.3	6,128.1
Costo al 100% de la capacidad	151,170.1				

INVERSIÓN TOTAL	
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA	
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)	
MAQUINARIA Y EQUIPO	47,124.0
Tanque de enfriamiento de leche	12,992.6
Báscula	606.6
marmita	7,875.0
Llenadora	2,362.6
Engargoladora	4,285.2
Esterilizadora	9,874.1
Etiquetadora	5,148.1
Codificadora	266.7
Encintadora semiautomática	1,750.0
5 Mesas de acero inoxidable	1,963.2
TERRENO	36,000.0
CONSTRUCCIONES	120,000.0
EQUIPO DE TRANSPORTE	8,420.0
EQUIPO DE CÓMPUTO	2,300.0
2 computadoras	2,000.0
impresora	300.0
Equipo 3	
EQUIPO DE OFICINA	852.0
oficina	852.0
otros	
INSTALACIÓN	29,679.2
SUBTOTAL TOTAL	244,375.2
INVERSIÓN DIFERIDA	
CAPITAL DE TRABAJO	65,602.4
CAJA Y BANCOS	37,123.9
INVENTARIOS	14,239.3
CUENTAS POR COBRAR	14,239.3
PROVEEDORES	
TOTAL DE INVERSIÓN	309,977.6

ESTADO DE RESULTADOS					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	1	2	3	4	5
VENTAS TOTALES	444,000.0	518,000.0	592,000.0	666,000.0	740,000.0
Leche de borrega	444,000.0	518,000.0	592,000.0	666,000.0	740,000.0
PRODUCTO 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COSTO DE PRODUCCIÓN	169,297.1	196,571.5	223,846.0	251,120.4	278,394.8
UTILIDAD BRUTA	274,702.9	321,428.5	368,154.0	414,879.6	461,605.2
INDIRECTOS	201,941.5	201,941.5	201,684.1	199,679.6	185,563.6
UTILIDAD DE OPERACIÓN	72,761.4	119,487.0	166,470.0	215,200.0	276,041.6
PAGO DE INTERESES					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	72,761.4	119,487.0	166,470.0	215,200.0	276,041.6
REGALÍAS UNAM					
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	24,738.9	40,625.6	56,599.8	73,168.0	93,854.1
REPARTO DE UTILIDADES	7,276.1	11,948.7	16,647.0	21,520.0	27,604.2
UTILIDAD NETA	40,746.4	66,912.7	93,223.2	120,512.0	154,583.3
	4.0				
RETORNO SOBRE INVERSIÓN ANUAL	40.29%				
CALENDARIO DE VENTAS (% DE LA CAPACIDAD ANUAL)					
Leche de borrega	0.60000	0.70000	0.80000	0.90000	1.00000
PRODUCTO 2					
PRODUCTO 3					
PRODUCTO 4					
PRODUCTO 5					
PRODUCTO	VENTA	DIAS DE	PRECIO	VENTAS	
	DIARIA(100%CAP)	VENTA	DE VENTA	ANUALES	
Leche de borrega	1,000.000	100.0	7.400	740,000.0	
PRODUCTO 2				0.0	
PRODUCTO 3				0.0	
PRODUCTO 4				0.0	
PRODUCTO 5				0.0	

ESTADO DE RESULTADOS					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	6	7	8	9	10
VENTAS TOTALES	740,000.0	740,000.0	740,000.0	740,000.0	740,000.0
Leche de borrega	740,000.0	740,000.0	740,000.0	740,000.0	740,000.0
PRODUCTO 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRODUCTO 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COSTO DE PRODUCCIÓN	278,394.8	278,394.8	278,394.8	278,394.8	278,394.8
UTILIDAD BRUTA	461,605.2	461,605.2	461,605.2	461,605.2	461,605.2
INDIRECTOS	185,563.6	185,563.6	185,563.6	185,563.6	185,563.6
UTILIDAD DE OPERACIÓN	276,041.6	276,041.6	276,041.6	276,041.6	276,041.6
PAGO DE INTERESES					
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	276,041.6	276,041.6	276,041.6	276,041.6	276,041.6
REGALÍAS UNAM					
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	93,854.1	93,854.1	93,854.1	93,854.1	93,854.1
REPARTO DE UTILIDADES	27,604.2	27,604.2	27,604.2	27,604.2	27,604.2
UTILIDAD NETA	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3
CALENDARIO DE VENTAS (% DE LA CAPACIDAD ANUAL)					
Leche de borrega	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
PRODUCTO 2					
PRODUCTO 3					
PRODUCTO 4					
PRODUCTO 5					

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS						
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA						
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)						
AÑO	0	1	2	3	4	5
ORIGEN DE LOS RECURSOS						
GENERACION INTERNA:		63,209.4	89,375.8	115,428.8	140,713.2	160,668.5
UTILIDAD NETA		40,746.4	66,912.7	93,223.2	120,512.0	154,583.3
DEPRECIACIONES		22,463.1	22,463.1	22,205.6	20,201.2	6,085.2
AMORTIZACIONES		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
APORTACIÓN DE EFECTIVO	309,977.6					
PROVEEDORES		0.0				
TOTAL		63,209.4	89,375.8	115,428.8	140,713.2	160,668.5
APLICACIÓN DE LOS RECURSOS						
ADQUISICIÓN DE ACTIVOS						
ACTIVO CIRCULANTE		28,478.6	2,092.3	2,072.5	1,938.5	1,009.4
ACTIVO FIJO	244,375.2					
ACTIVO DIFERIDO	0.0					
REDUCCION DE PASIVOS						
CAJA AL INICIO		65,602.4	100,333.3	187,616.8	300,973.1	439,747.7
SUPERAVIT O DEFICIT		34,730.9	87,283.5	113,356.3	138,774.7	159,659.1
CAJA AL FINAL	65,602.4	100,333.3	187,616.8	300,973.1	439,747.7	599,406.8

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	6	7	8	9	10
ORIGEN DE LOS RECURSOS					
GENERACION INTERNA:	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5
UTILIDAD NETA	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3
DEPRECIACIONES	6,085.2	6,085.2	6,085.2	6,085.2	6,085.2
AMORTIZACIONES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
APORTACIÓN DE EFECTIVO					
PROVEEDORES					
TOTAL	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5
APLICACIÓN DE LOS RECURSOS					
ADQUISICIÓN DE ACTIVOS					
ACTIVO CIRCULANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ACTIVO FIJO					
ACTIVO DIFERIDO					
REDUCCION DE PASIVOS					
CAJA AL INICIO	599,406.8	760,075.3	920,743.8	1,081,412.2	1,242,080.7
SUPERAVIT O DEFICIT	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5	160,668.5
CAJA AL FINAL	760,075.3	920,743.8	1,081,412.2	1,242,080.7	1,402,749.2

CAPITAL DE TRABAJO					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	1	2	3	4	5
EFFECTIVO MINIMO REQUERIDO *	37,123.9	39,851.3	42,553.0	45,080.0	46,395.8
INVENTARIOS	14,239.3	15,285.4	16,321.7	17,291.0	17,795.7
CUENTAS POR COBRAR	14,239.3	15,285.4	16,321.7	17,291.0	17,795.7
PROVEEDORES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPITAL DE TRABAJO	65,602.4	70,422.2	75,196.4	79,661.9	81,987.2
*10% sobre el costo de producción	37,123.9	39,851.3	42,553.0	45,080.0	46,395.8
14 DIAS DE COSTO DE PRODUCCION (INVENTARIOS Y PO	14,239.3	15,285.4	16,321.7	17,291.0	17,795.7

CAPITAL DE TRABAJO					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	6	7	8	9	10
EFFECTIVO MINIMO REQUERIDO *	46,395.8	46,395.8	46,395.8	46,395.8	46,395.8
INVENTARIOS	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7
CUENTAS POR COBRAR	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7
PROVEEDORES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPITAL DE TRABAJO	81,987.2	81,987.2	81,987.2	81,987.2	81,987.2
*10% sobre el costo de producción	46,395.8	46,395.8	46,395.8	46,395.8	46,395.8
14 DIAS DE COSTO DE PRODUCCION (INVENTARIOS Y PO	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7

BALANCE GENERAL						
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA						
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)						
AÑO	0	1	2	3	4	5
ACTIVO CIRCULANTE						
CAJA Y BANCOS	65,602.4	100,333.3	187,616.8	300,973.1	439,747.7	599,406.8
CUENTAS POR COBRAR		14,239.3	15,285.4	16,321.7	17,291.0	17,795.7
INVENTARIOS		14,239.3	15,285.4	16,321.7	17,291.0	17,795.7
TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE	65,602.4	128,811.9	218,187.6	333,616.5	474,329.6	634,998.1
ACTIVO FIJO						
MAQUINARIA, EQUIPO Y OTROS	244,375.2	244,375.2	244,375.2	244,375.2	244,375.2	244,375.2
DEPRECIACIÓN ACUMULADA		22,463.1	44,926.1	67,131.8	87,333.0	93,418.2
TOTAL DE ACTIVO FIJO	244,375.2	221,912.1	199,449.1	177,243.4	157,042.2	150,957.0
ACTIVO DIFERIDO						
GASTOS DE PREOPERACIÓN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMORTIZACION ACUMULADA		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL DE ACTIVO DIFERIDO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ACTIVO TOTAL	309,977.6	350,724.0	417,636.7	510,859.9	631,371.9	785,955.1
PASIVO CIRCULANTE		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPITAL CONTABLE						
CAPITAL SOCIAL	309,977.6	309,977.6	309,977.6	309,977.6	309,977.6	309,977.6
RESULTADOS ACUMULADOS		40,746.4	107,659.1	200,882.3	321,394.2	475,977.5
RESULTADOS DEL EJERCICIO		40,746.4	66,912.7	93,223.2	120,512.0	154,583.3
TOTAL DE CAPITAL CONTABLE	309,977.6	350,724.0	417,636.7	510,859.9	631,371.9	785,955.1
PASIVO + CAPITAL	309,977.6	350,724.0	417,636.7	510,859.9	631,371.9	785,955.1

BALANCE GENERAL					
PLANTA DE LECHE DE BORREGA ENLATADA					
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 1000 LATAS/DÍA POR 100 DÍAS/AÑO (DOLARES)					
AÑO	6	7	8	9	10
ACTIVO CIRCULANTE					
CAJA Y BANCOS	760,075.3	920,743.8	1,081,412.2	1,242,080.7	1,402,749.2
CUENTAS POR COBRAR	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7
INVENTARIOS	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7	17,795.7
TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE	795,666.6	956,335.1	1,117,003.6	1,277,672.0	1,438,340.5
ACTIVO FIJO					
MAQUINARIA, EQUIPO Y OTROS	244,375.2	244,375.2	244,375.2	244,375.2	244,375.2
DEPRECIACIÓN ACUMULADA	99,503.4	105,588.6	111,673.8	117,759.0	123,844.2
TOTAL DE ACTIVO FIJO	144,871.8	138,786.6	132,701.4	126,616.2	120,531.0
ACTIVO DIFERIDO					
GASTOS DE PREOPERACIÓN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMORTIZACION ACUMULADA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL DE ACTIVO DIFERIDO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ACTIVO TOTAL	940,538.4	1,095,121.7	1,249,705.0	1,404,288.2	1,558,871.5
PASIVO CIRCULANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPITAL CONTABLE					
CAPITAL SOCIAL	309,977.6	309,977.6	309,977.6	309,977.6	309,977.6
RESULTADOS ACUMULADOS	630,560.8	785,144.1	939,727.4	1,094,310.6	1,248,893.9
RESULTADOS DEL EJERCICIO	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3	154,583.3
TOTAL DE CAPITAL CONTABLE	940,538.4	1,095,121.7	1,249,705.0	1,404,288.2	1,558,871.5
PASIVO + CAPITAL	940,538.4	1,095,121.7	1,249,705.0	1,404,288.2	1,558,871.5

De acuerdo a lo estipulado en los estados financieros se observa que el costo de producción total es de 371,238.6 USD cuando la fábrica está al 60% de su capacidad con un costo unitario por lata de 6.187 USD y de 463,958.4 USD cuando se encuentra al 100% de su capacidad con un costo unitario de 4.640 USD por lata.

La inversión total necesaria para establecer dicha fábrica es de 309,977.6 USD.

En el apartado de los estados de resultados se encuentra que la utilidad neta para el primer año es de 40,746.4 USD y después manteniéndose en 154,583.3 USD del quinto año en adelante teniendo un retorno de inversión del 40.29% con un valor del producto al mercado de 7.40 USD.

El capital de trabajo involucra el efectivo mínimo requerido junto con las cuentas por cobrar e inventarios, por lo tanto la cantidad mínima de capital de trabajo es 65,602.4 dólares en el primer año llegando a 81,987.2 dólares en el quinto año cuando se alcanza el 100% de la capacidad de producción.

Es así como se puede decir que la propuesta de implementar una instalación a nivel industrial para la producción de leche de borrega enlatada nos indica que la factibilidad económica es viable ya que en resumen se requiere de una inversión total de 309,977.6 USD en la que el retorno de inversión es de un 40.29% recuperando en dos años y medio el capital invertido y con un valor del producto en el mercado de 7.40 USD.

5.6.2 Planeación de producción

Para el establecimiento de la distribución de planta es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1) Determinar el volumen de producción.
- 2) Movimientos de materiales.
- 3) Flujo de materiales y
- 4) Distribución de la planta.

Se recomienda utilizar, como esquema para la distribución de instalaciones, el diagrama de flujo de las operaciones involucradas (Figura 2) orientado a expresar gráficamente todo el proceso de producción, desde la recepción de las materias primas hasta la distribución de los productos terminados, pasando obviamente por el proceso de fabricación.

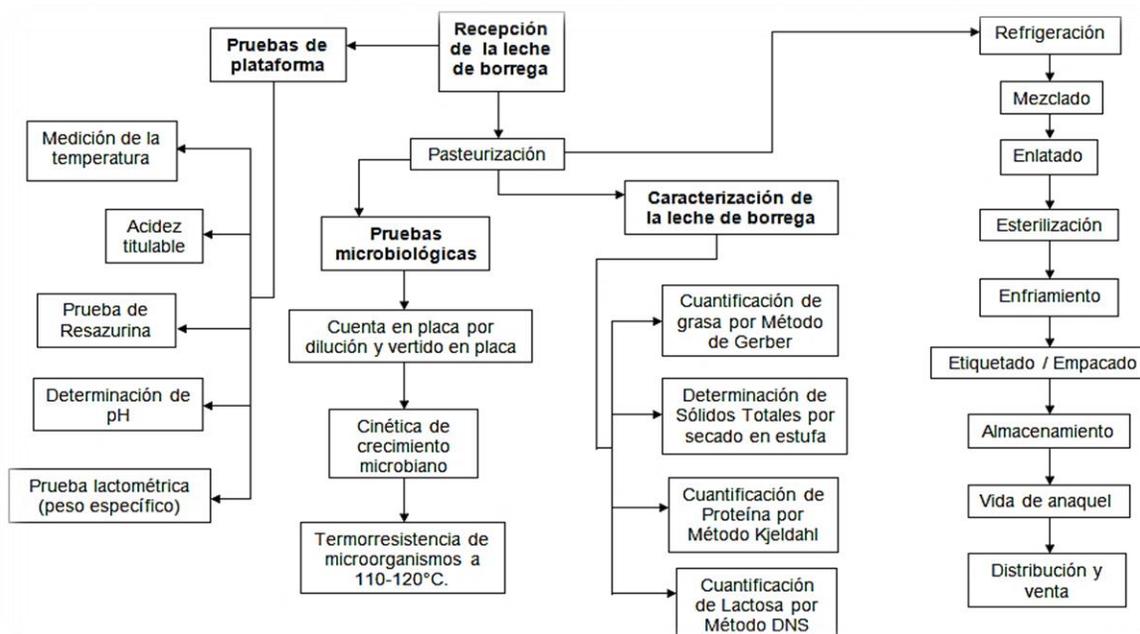
5.6.3 Tamaño de producción

En la tabla 18 se indican las cantidades de los ingredientes para una producción diaria de 1000 latas de leche de borrega enlatada.

Tabla 18. Cantidad de ingredientes.

Formulación	Cantidad por lata (g)	Cantidad (1000 latas)	Producción (100 días)	Costo en dólares (100 días)
Leche de borrega	390	390Kg	39,000kg	69,444.4

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de leche de borrega enlatada.



5.6.4 Diagrama de Gantt

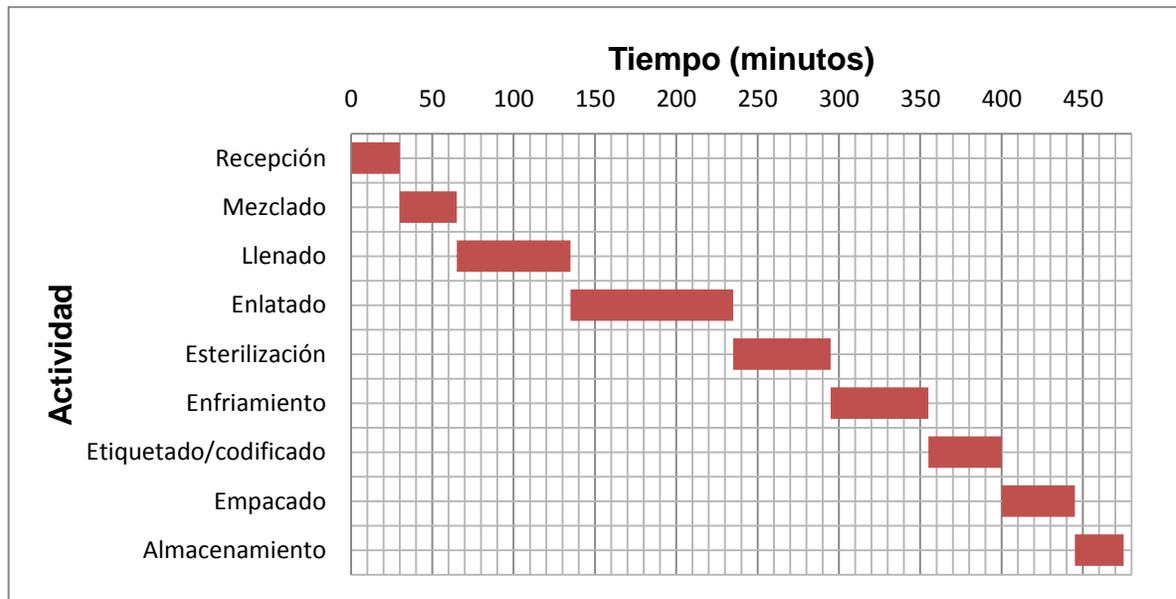
En la tabla 19 se muestran todas las actividades o tareas, por orden de inicio, con los respectivos tiempos previstos para su realización e identificación de la actividad precedente.

Tabla 19. Actividades involucradas en el proceso industrial de la leche de borrega enlatada.

Actividad	Nombre de Actividad	Actividad precedente	Duración (minutos)
A	Recepción/Refrigeración		30
B	Mezclado	A	35
C	Llenado	A,B	70
D	Enlatado	C	100
E	Esterilización	D	60
F	Enfriamiento	E	60
G	Etiquetado/codificado	F	45
H	Empacado	G	45
I	Almacenamiento	H	30

A partir de la tabla anterior se realizó una representación gráfica horizontal del comienzo y duración de todas las tareas del proceso (Gráfica 4) estimando un tiempo de 475 minutos (8 horas) para una producción de 1000 latas/día que cubre un turno completo de jornada laboral.

Gráfica 4. Diagrama de Gantt.



No obstante, a pesar de que solo es una propuesta para tener una idea de la magnitud que tiene el emprender un negocio de este giro, no se debe olvidar el proceso de lavado y sanitizado de cada uno de los equipos que lo requieran y para eso el agua que se utilice para dicho propósito debe cumplir con los requisitos microbiológicos y fisicoquímicos que establece la NOM-127-SSA1-1994. Se estima un tiempo de lavado de la planta de 1 a 2 horas aproximadamente.

5.6.5 Distribución de la fábrica

Además de la localización, diseño y construcción de la planta es importante estudiar con detenimiento el problema de la distribución interna de la misma, para lograr una disposición ordenada y bien planeada de la maquinaria y equipo, acorde con los desplazamientos lógicos de las materias primas y de los productos acabados, de modo que se aprovechen eficazmente el equipo, el tiempo y las aptitudes de los trabajadores.

Las instalaciones necesarias para una pequeña empresa de este giro incluyen, entre otras, las siguientes áreas:

- Área de recepción de materia prima.
- Área de mezclado.
- Área de llenado.
- Área de enlatado.
- Área de esterilización.
- Área de Etiquetado y empaçado.
- Almacén de producto terminado.
- Control de calidad.
- Sanitarios.
- Oficina administrativa.

Una vez conocida las etapas de la elaboración de la leche de borrega concentrada enlatada (Figura 2) y determinado el tiempo de producción (8 horas de acuerdo al diagrama de Gantt) se prosiguió a la búsqueda de maquinaria necesaria.

La tabla 20 muestra la maquinaria y sus dimensiones las cuales se utilizaron para el cálculo de las dimensiones de la planta.

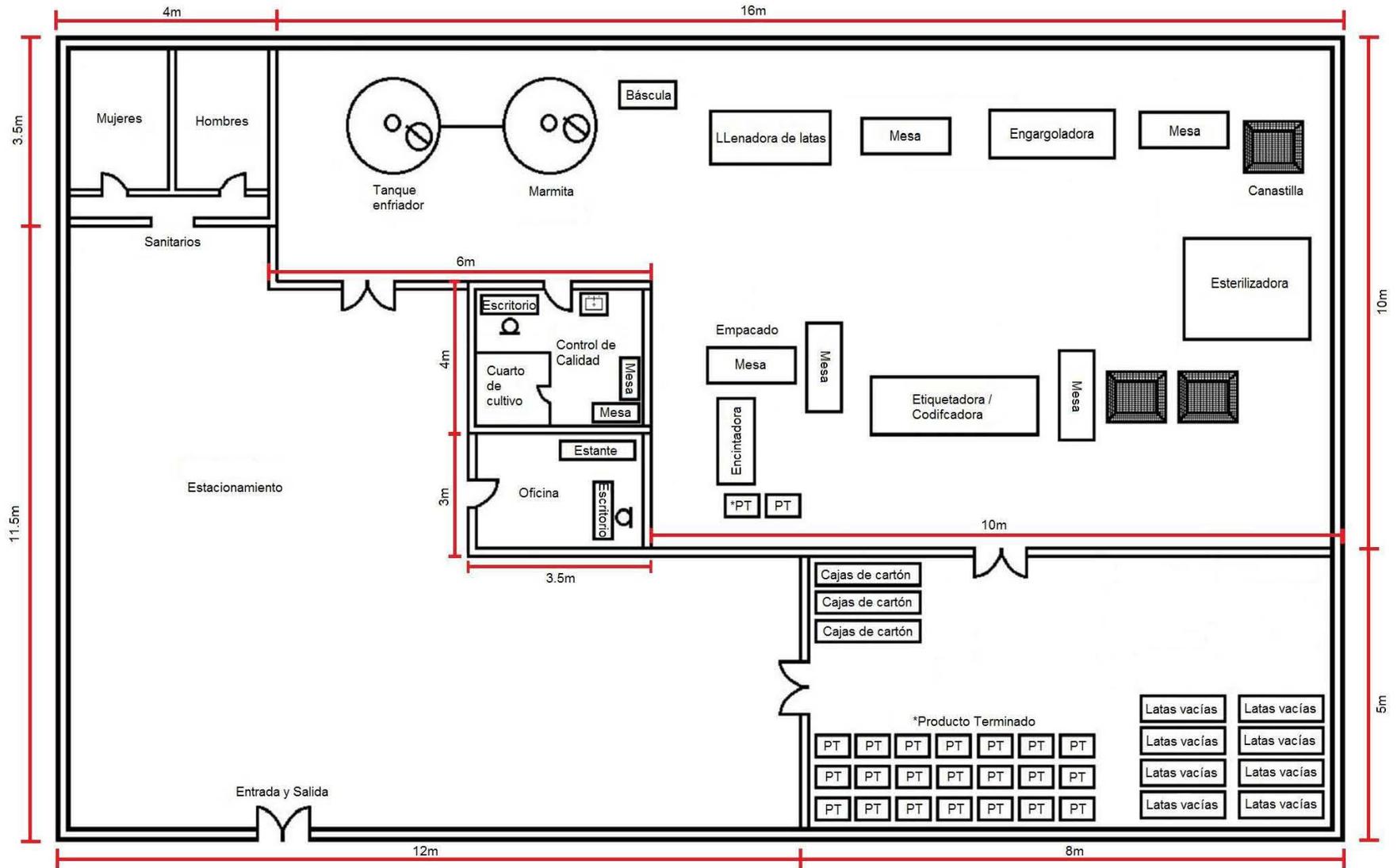
Tabla 20. Maquinaria necesaria para el establecimiento de la planta procesadora.

Maquinaria	Marca	Medidas (cm)			Capacidad	Costo en dólares (USD)
		Ancho	Alto	Largo		
Báscula electrónica	Torrey	81.8	116.8	95.7	200Kg	606.6
Tanque enfriador de leche	Mapisa	140	189.7	227	1000L	12,992.6
Marmita	Mapisa	114	127.5	114	120L	7,875.00
Llenadora semiautomática	CW maquinaria	50	100	140	10-18 latas/min.	2,362.6
Engargoladora manual	Mapisa	60	65	170	600 latas/h	4,285.2
Esterilizadora	Polinox	60	160	75	1000 latas	9874.1
Etiquetadora Semiautomática	Mapisa	90	140	180	60-140 botes/min	5,148.1
Codificadora	CW Maquinaria	26	17	30	10-30 piezas/min.	266.67
Encintadora semiautomática	CW Maquinaria				1000 cajas / hora aprox.	1,750.00
					TOTAL	45,160.87

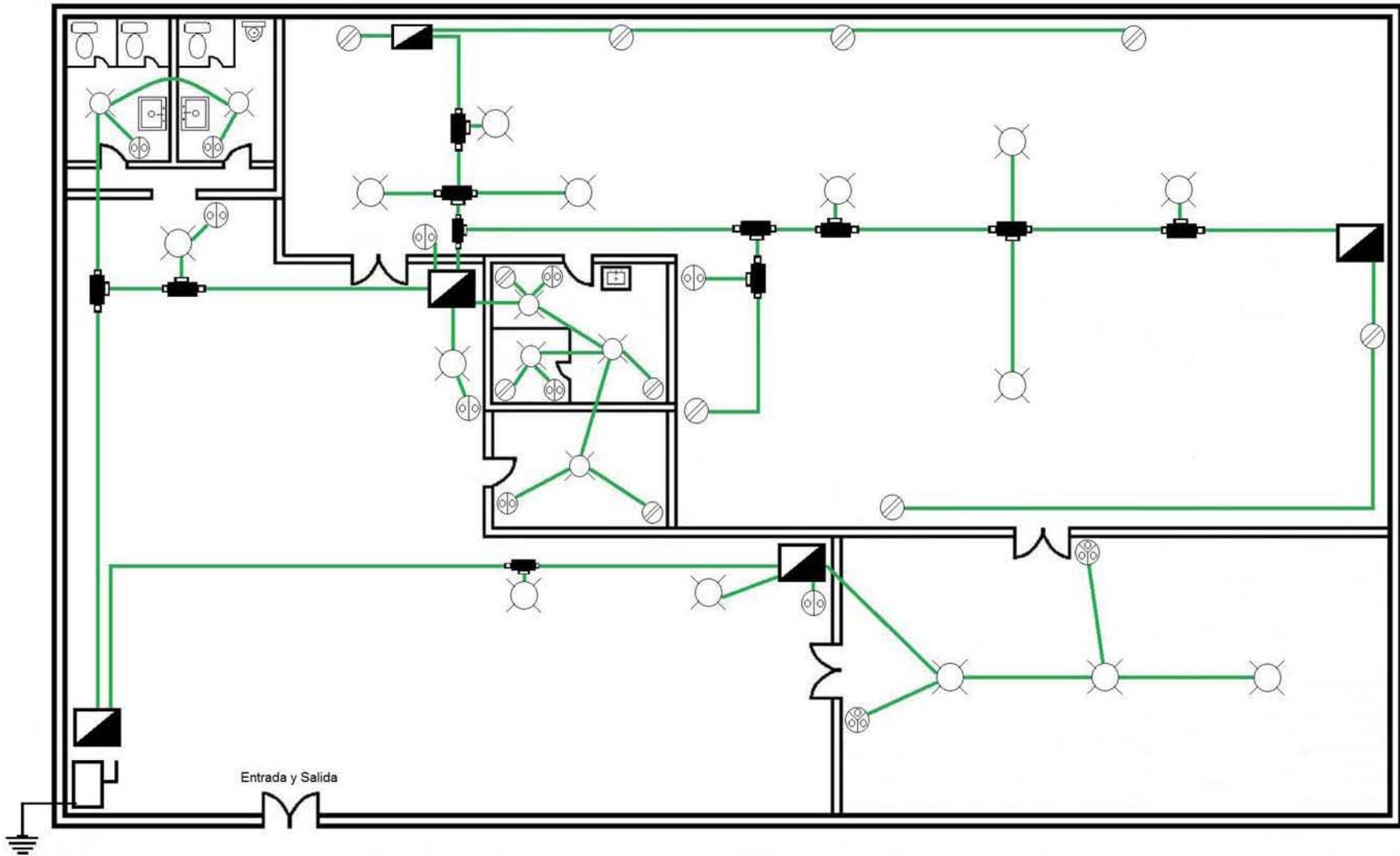
Los precios mostrados en la tabla anterior se obtuvieron de cotizaciones realizadas durante el periodo de mayo a julio de 2012.

Finalmente se muestra la planeación de la planta en todo los rubros, la cual se ilustra en los planos 1,2 y 3, donde se aprecia la distribución de cada una de las áreas que ocuparan cada una, maquinaria, laboratorio, oficinas, área de estacionamiento, etc., ocupando un espacio de 20m de largo x 15m de ancho.

Plano 1. Distribución de la planta industrial.



Plano 2. Sistema eléctrico de la planta industrial.



Simbología



Centro de carga QO3,12 o 24
Marca Square "D"



Condulet OT 1/2, 3/4 o 1"
Marca a definir



Lampara T5 de 32 Watts
Marca a definir



Apagador sencillo Marca a definir



Apagador escalera Marca a definir



Contacto duplex con polo a tierra
Marca a definir



Sistema de tierra fisica con barilla
cobrizada de 3/8

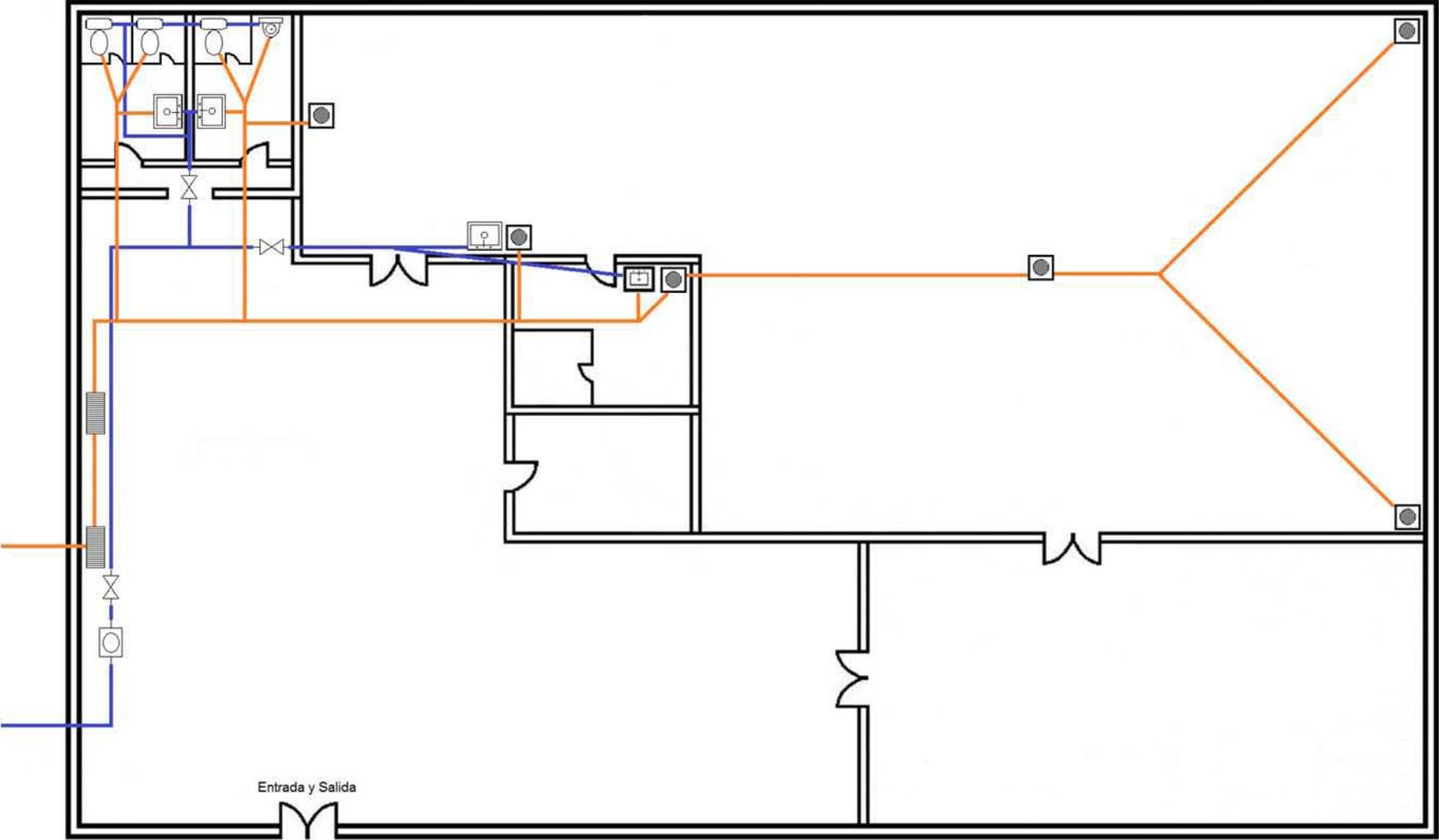


Interruptor general Marca y
modelo a definir



Tuberia conduit 3/4, 1", o 2" pared
delgada suspendida a techo

Plano 3. Sistema de agua y drenaje de la planta industrial.



Simbología

 **Llave de paso**

 **Medidor de agua**
Marca a definir

  **Coladera**

 **Lavamanos**

 **W.C.**

 **Mingitorio**

 **Red Hidráulica**
Tubería de PVC de 1/2, 3/4 o 1"
Marca a definir

 **Red de drenaje**
Tubería de PVC de 2 o 4"
Marca a definir

6 CONCLUSIONES

Se encontró el diseño experimental adecuado que involucra los análisis pertinentes así como las operaciones unitarias que permitieron de esta manera obtener la leche de borrega enlatada.

Desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico la materia prima cumplió con los criterios de calidad para ser aceptada y procesada.

Mediante el estudio de la cinética de crecimiento junto con la termorresistencia de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización se logró establecer las condiciones de esterilización de 121°C/4 minutos, esto se comprobó con el análisis de vida de anaquel acelerada.

El producto terminado mostró ligeras modificaciones en su composición porcentual respecto a la materia prima debido al proceso térmico aplicado y en el análisis microbiológico hubo ausencia de desarrollo microbiano.

Se diseñó la etiqueta que llevará el producto terminado siguiendo las especificaciones de la norma oficial mexicana correspondiente.

La factibilidad económica para la propuesta del establecimiento de la planta procesadora de leche de borrega enlatada con una producción de 1000latas/día es totalmente viable debido a que se requiere de una inversión total de 309,977.6 USD donde inicialmente arranca con el 60% de su capacidad de producción en el primer año con un costo unitario por lata de 6.187USD y al llegar al quinto año el costo unitario por lata es de 4.640USD cuando la capacidad de producción es del 100% teniendo un retorno de inversión anual de 40.29% lo que significa que en un periodo de 2 años y medio se recuperará la inversión.

El costo del producto enlatado en el mercado es de 7.40 USD.

El diseño de la planta requiere de un espacio de 20m x 15m, el cual se distribuye en área de producción, almacén, oficina, laboratorio, etc.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Akers, R.M. Lactation and the mammary gland. 1st ed. Iowa State Press, USA. 2002. pp.1-8.
- Almanza Vázquez, Alicia. Razas ovinas de uso comercial en México [En línea]. La revista del Borrego. Número 46. Mayo-Junio 2007. [Consultado el 20 de septiembre de 2010]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46comercial.php>
- Almanza Olvera, Sandra y Almanza Vázquez, Alicia. 2006, un año muy productivo [En línea]. La revista del borrego. Núm. 46, Mayo-Junio, 2007. [Consultado el 30 de agosto de 2010]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46productivo.php>
- Arteaga Castelán, Juan de Dios. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México [En línea]. La revista del borrego. Número 46. Mayo-Junio. 2007. [Consultado el 2 de octubre 2010]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46diagnostico.php>
- Boza, J. Papel de los rumiantes en los ecosistemas áridos. En: Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña. CSIC.1991. pp. 7-15
- Buxadé Carbó, Carlos. Ovino de leche. Aspectos claves. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España. 1998. pp. 179-188.
- Caja, G., Schut, X. y Rovai, M. Udder morphology an machine milking ability in diary sheep. 2000. Pages: 17-40 in 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Ontario, Canada.
- Cárdenas Sánchez, Jesús Alberto. Seminario de titulación. Curso: producción de ovinos. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Veterinarias. 2006. pp. 5-15
- Carrera Chávez, Benjamín. La ovinocultura en México: alternativa para los productores rurales. Avances Cuaderno de Trabajo. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua. Diciembre 2008. pp. 2,5.

- Castillo López, Vanesa. Evaluación de diferentes estrategias en ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune: efectos de la disminución de la frecuencia de ordeño sobre la secreción y el almacenamiento de la leche en la ubre. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 2008.
- Chougrani Fadela, Cheriguene Abderrahim y Bensoltane Ahmed. Physico-chemical and rheological properties of yoghurt manufactured with ewe's milk and skim milk. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (9), pp. 1938-1942. May 2009.
- Collier, R.J. Nutritional, metabolic, and environmental aspects of lactation. Pages 80-128 in Lactation. B.L. Larson, Ed. The Iowa State University Press, Ames, USA. 1985.
- Coronel Castillo, Omar J. Manual para el manejo de ganado ovino. INICTEL-UNI. Lacabamba, Perú. Octubre 2007. pp. 6-32
- Cuellar, Alfredo. Perspectivas de la producción ovina en México para el año 2010 [En línea]. La revista del borrego. Número. 47. Julio-Agosto. 2007. [Consultado en 7 de marzo de 2011]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/47/p47perspectivas.php>
- Esqueda Coronado, Mario H. Sistema de producción de ovinos en el Norte de México [En línea]. La revista del Borrego. Número. 46 Mayo-Junio 2007. [Consultado el 7 de marzo de 2011]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46norte.php>
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Base de datos estadísticos de producción de alimentos en el mundo. Consulta electrónica [consultado el 20 de diciembre de 2012]. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
- Fraser, Allan y Stamp, John. Ganado ovino. Producción y enfermedades. Ediciones Mundi-prensa Madrid, España. 1989. pp. 173-196.

- Frey, A., Álvarez Ugarte, D., y Valenta, M. Nutrición y alimentación de la oveja lechera. Cátedra de producción ovina. Facultad de Agronomía. UBA. 2007. pp. 155-170.
- Fundación por el desarrollo regional y la competitividad (FUNDECO). La oveja lechera. Instrumento de desarrollo para el campesino. México D.F. 2010. pp 2-19.
- García Unciti, M.S. Utilidad terapéutica de los triglicéridos de cadena media (MCT). Dietas cetogénicas en la epilepsia infantil. 1996. *Nutrición clínica* 16: 7-35.
- Gonzalo Abascal Carlos y Asensio Antonio José. La calidad nutritiva de la leche y queso de oveja. Depto. de producción de animal. Facultad de Veterinaria, Universidad de León (España). 2009. pp. 1-9 [consultado el 10 de agosto de 2010] Disponible en http://www.elpastor.com/images/la_calidad_nutritiva_de_la_leche_y_queso_de_oveja.pdf
- González, R.A. Los sistemas de producción ovina en México: Estado actual y perspectivas. Memorias, Tercer foro de análisis de los recursos genéticos: Ganadería ovina, caprina, porcina, avícola, apícola, equina, y de lidia. pp. 205-218. 1998.
- Haenlein, G.F.W. Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. *Journal of Animal Science*. 11, 1996: 395-411.
- Hernández Gama, Arsenio y González Solache, Edgar Ulises. Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en pequeños rumiantes (*Capra hircus* y *Ovis aries*) en 5 municipios del estado de Michoacán. Tesis profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2010.
- Hurley, W.L. Lactation biology [on line]. Department of animal sciences. University of Illinois. 2001. [Accessed Feb.10, 2011]. Available in <http://classes.ansci.uiuc.edu/ansc438/>

- Kuhn, N.J. In Biochemistry of lactation. Ch.6. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. Pages 215-222.1983.
- Larson, B.L. Biosynthesis and secretion of milk proteins: A review. *Journal of Dairy Research.*, 46:161-174. 1979.
- Lugo García, Guadalupe. Investigadores desarrollan raza de ovejas para la producción lechera nacional. UNAM Comunidad. Órgano informativo de la FES Cuautitlán. 25 Octubre 2008. Vol. 21.pp. 17-18
- Luquet, Francois M. Leche y Productos lácteos. Vaca-Oveja-Cabra. Vol.1 La leche: De la mama a la lechería. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1991. pp. 277-311.
- Manual de prácticas de laboratorio de productos lácteos. Recopilación de Zoila Nieto Villalobos, Ma. Elena Cañizo Suarez y Aleida Mina Cetina. Departamento de alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. México D.F. 2007. pp. 133-137.
- Marnet, P.G. y McKusick, B.C. Regulation of milk ejection and milkability in small ruminants. 2000. *Livest. Prod. Sci.* 70: 125-133.
- McKusick, B.C., Thomas, D.L., Berger, Y.M., y Marnet, P.G. Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. *Journal of Dairy Science.* 85:2197-2206. 2002a.
- Mepham, T.B. Amino acid utilization by lactating mammary gland. *Journal of Dairy Science.* 65:287-298. 1982.
- Morello, Héctor Hugo y Chemineau, Phillipe. Cap.2. Características anatómicas y funcionales del sistema reproductor de la hembra. En: Reproducción ovina y caprina (G. Aisen, Eduardo). Intermédica Editorial. Argentina. 2004. pp. 11-17.
- Neville, M.C., McFadden, T.B., y Forsyth, I. Hormonal regulation of mammary differentiation and milk secretion. *Journal Mammary Gland Biology Neoplasia.* Vol. 7, No. 1: 49-65. 2002.

- Nickerson, S.C. Anatomy and physiology of the udder. Machine Milking and Lactation. Insight Books ed. Vermont, USA. 1992. Pages 37-68.
- Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. 1985. Pages 2-25.
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados.
- Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994 Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003, Leche, formula láctea y producto lácteo combinado. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Norma Mexicana. NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos.
- Norma Mexicana. NMX-F-424-S-1982. Productos alimenticios para uso humano -determinación de la densidad en leche fluida.
- Pérez Gavilán Escalante, José Pablo. Patente núm. 170279: "Equipo para determinar la calidad microbiológica de la leche y procedimiento para emplearlo, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988, SECOFI, Dirección General de Desarrollo Tecnológico.
- Pérez Hernández, Ponciano. Caracterización del sistema producto ovino en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz, A.C. (FUNPROVER) y el Colegio de Postgraduados. Universidad de Veracruz, México. 2006 pp. 1-9.

- Rees, J.A.G. y Bettison, J. Procesado térmico y envasado de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1991. pp. 124.
- Regaudie, Roger. Ovejas y corderos. Cría y explotación. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1974. pp. 103-114, 128,129.
- Roger, Y., y Stanier, John L. Microbiología. 2ª edición. Editorial Reverté. 1992. Barcelona España. pp. 195-198
- Rovai, M., Schut, X., Caja, G., y Knight, C. Interbreed differences in cisternal and alveolar milk partitioning in the udder according to yield in dairy sheep. J. Dairy Sci. 83. 2000. (Suppl. 1) 166. (Abstr).
- Ruberte, J.A. Anatomía de la ubre de oveja. 1994b. *Ovis* 39: 9-16.
- Ruíz Mantecón, Ángel y Lavín González, María Paz. Producción de leche de oveja: la región de Castilla y León (España) como modelo. Cuadernos del Ceagro núm.2-2000/ (137-152).
- Sánchez Díaz, José Ramón (coord.). Producción de rumiantes. Tomo II. Ganado ovino. Editor Universidad Miguel Hernández. España. 2007. pp. 1-3, 13-45.
- Sanz Sampelayo, M.R., Fernández, J.R., De la Torre G., Ramos E., Carmona F.D., y Boza, J. Calidad de la leche de los pequeños rumiantes. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* Vol.: 16 (1) Diciembre 2003. pp. 155-164.
- Schwarze, E., y Schröder, L. Compendio de anatomía veterinaria. 1984. Acribia ed. Zaragoza, España. pp. 230-245.
- Secretaría de Economía. Guías empresariales: inicie y mejore su negocio [en línea]. [Consultado el 15 de febrero de 2012]. Disponible en <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=17&giro=1&ins=750>

- Suárez, Víctor Hugo y Buseti, Margarita. Lechería ovina y productividad de la raza pampinta [en línea]. Argentina.2005 [Consultado el 10 de junio de 2010]. Disponible en <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.asp?id=38558&se=1000>
- Treacher, T.T. Nutrition of the dairy ewe. En: Boylan, W.J., Ed. North American Dairy Sheep Symposium. University of Minnesota, St Paul, USA. 1989. Pages 45-47.
- Wilde, C.J. y Knight, C.H. Metabolic adaptations in mammary gland during the declining phase of lactation. *Journal of Dairy Science*. 72: 1679-1692. 1989.
- Zaragoza Ramírez, José Luis. Sistemas de alimentación en ovejas. [En línea].La revista del borrego. Número 53. Julio-agosto 2008. [Consultado el 18 de diciembre de 2012]. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n53/p53ovejas.php>

ANEXO A

Aplicaciones de la leche de borrega en la gastronomía

Crema de arroz con leche en textura



Ingredientes (Para 1Litro de leche)

½ L. Leche de oveja.

½ Rama de canela.

½ L. Leche de vaca

Canela en polvo al gusto.

75gr. Arroz.

25gr. Mantequilla.

200gr. Azúcar.

250mL Nata líquida.

1 cáscara de limón y una de naranja.

Preparación

En una cazuela poner la leche a cocer con un atadillo de canela en rama, cáscara de naranja y cáscara de limón. Cuando rompa a hervir la leche incorporar el arroz. Hervir a fuego lento si dejar de mover. Una vez que vuelva a cocer añadir la nata y la mantequilla.

Dejar que espese sin dejar de remover. Retirar el atadillo e incorporar el azúcar. Seguir moviendo hasta que se retire del fuego.

En un recipiente poner el arroz con leche, espolvorear un poco de azúcar y quemarlo con un soplete de cocina. Encima de la costra que se forme espolvorear con un poco de canela.

Cuajada de leche de oveja con miel y frutos del bosque



Ingredientes

Para 4 personas

1L. leche de oveja.

1 Pizca de sal.

Cuajo líquido.

Unas frambuesas, moras, arándanos, etc. (o mermelada de estos frutos).

8 cucharadas de miel.

Preparación:

Calentar la leche en una cazuela, con una pizca de sal y a fuego lento sin dejar de remover durante 5 minutos evitando que hierva. En vasitos individuales poner una base con los frutos del bosque o mermelada de estos frutos y 3 gotitas de cuajo. Verter sobre estos vasitos la leche caliente con mucho cuidado para que no se mezcle con los frutos del bosque. Dejamos templar en la nevera hasta conseguir la cuajada.

En el momento de consumir vertemos sobre la superficie de la cuajada la miel.

Leche frita con leche de oveja



Ingredientes

Para 6 personas

1 litro de leche de oveja.

Una vaina de vainilla.

100g de dulce de membrillo.

Canela molida.

100g de azúcar blanca.

2 yemas de huevo

50g de harina de maíz.

Corteza de limón y naranja

50g de azúcar morena.

Aceite de oliva extra virgen.

Preparación:

Poner a cocer la leche con las cascara de la naranja, el limón y la vainilla, una vez cocida la leche retirar las cortezas y la vainilla.

En un recipiente con un poco de leche cruda y fría, disolver la harina de maíz, las dos yemas de huevo y el azúcar. Añadir esta mezcla a la leche cuando este hirviendo y remover a fuego suave durante 10 minutos. Verte la mezcla en un molde intentando que quede con un centímetro de grosor. Cuando este fría cortar en cuadritos y rebozar con harina, huevo y freír en el aceite, previamente aromatizado con cascara de naranja y de limón.

Servir caliente sobre finas láminas de dulce de membrillo, espolvoreando ligeramente con la mezcla de azúcar morena y la canela molida.

Flan con leche de oveja y piñones.



Ingredientes

Para 4 personas

400mL leche de oveja.

2 huevos.

2 Yemas.

200g de azúcar morena.

40g de piñones

80g de bizcocho.

Preparación:

Poner los huevos, las yemas y la mitad del azúcar morena en un bol y batir. Reservar. Poner a calentar la leche en una cacerola y cuando rompa a hervir retirarla del fuego, dejar que repose (20-30 segundos) y añadir poco a poco al bol sin dejar de batir. Agrega el bizcocho troceado y mezclar. Reservar.

Poner a caramelizar el resto del azúcar moreno en una sartén a fuego suave. Repartir los piñones en cuatro flaneras e incorporar el caramelo. Cubrir con la mezcla anterior y coloca las flaneras en una bandeja apta para el horno con agua (hay que procurar que esta agua no hierva ya que sino el flan se quedaría lleno de agujeritos). Hornea (al baño maría) a 150°C durante 40-45 minutos. Retira, desmolda y sirve.

Solomillo de cerdo con pasas y cúrcuma



Ingredientes

Para 4 personas

3 solomillos de cerdo cortadas en rodajas

330mL de leche de oveja

1 cucharada de maicena o harina.

1 cebolla

100g de pasas sin pepitas.

1 cucharada de cúrcuma

Sal y aceite.

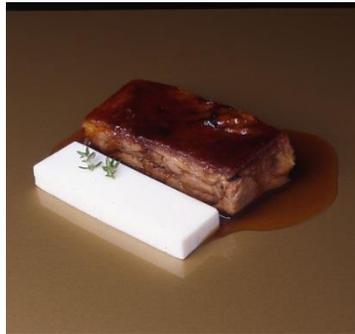
Preparación:

Se sofríe el solomillo en aceite de oliva y se reserva. En una taza de leche caliente se añaden las pasas y se mantienen 15 minutos para que se ablanden. Se añade la cúrcuma.

Se sofríe la cebolla, cortada en finísimas rodajas, se añade la harina haciendo un bechamel con la leche caliente y las pasas.

Cocer durante 10 minutos a fuego lento. Servir acompañando al solomillo.

Espalda de cordero con leche de oveja



Ingredientes

Para 4 personas

2 espaldas de cordero de ½ Kilo

4 ramitas de tomillo.

400mL de leche de oveja

8g de agar-agar (gelatina).

1k de huesos de cordero.

200g de zanahoria.

200g de cebolla.

Preparación:

Cocer las espaldas de cordero en horno a 160°C durante 3 o 4 horas hasta que la carne quede bien melosa.

Preparar una gelatina caliente, calentando la leche de oveja e incorporando agar-agar en polvo, disolverlo y enfriarlo en la nevera.

Preparar un caldo dorando en el horno los huesos del cordero, la zanahoria y la cebolla. Mojarlo con un litro de agua y dejarlo reducir al fuego, colarlo y devolverlo al fuego. Reducirlo hasta que alcance la consistencia de salsa.

Cortar la espalda de cordero en un rectángulo. Disponer al lado otro rectángulo de gelatina de leche de oveja. Poner una ramita de tomillo encima de la gelatina y regar la carne con la salsa. Servir al momento.