



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS MESOFILOS  
AEROBIOS Y PSICROFILOS AEROBIOS COMO UN  
INDICADOR DE LA EFICIENCIA DE LIMPIEZA DEL TANQUE  
DE CONSERVACIÓN DE LA LECHE EN LA UNIDAD DE  
ORDEÑO DE LA FES-C4

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

**GABRIELA VELA JIMÉNEZ**

ASESORES: M. C. ESPERANZA GARCÍA LÓPEZ.  
M. C. PATRICIA MORA MEDINA

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

2005

0352382



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.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

\_\_\_\_\_ "Determinación de Microorganismos Mesófilos Aerobios y  
\_\_\_\_\_ Psicrófilos Aerobios como un Indicador de la Eficien--  
\_\_\_\_\_ cia de Limpieza del Tanque de Conservación de la Leche  
\_\_\_\_\_ en la Unidad de Ordeño de la FES-C4".  
que presenta la pasante: Gabriela Vela Jiménez  
con número de cuenta: 098557453 para obtener el título de :  
\_\_\_\_\_ Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de Septiembre de 2005

PRESIDENTE	MVZ. Gilberto Ochoa Uribe	
VOCAL	MVZ. Martha Elizabeth Pérez Arias	
SECRETARIO	M.C. Esperanza García López	
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Hugo Bernal Zepeda	
SEGUNDO SUPLENTE	MVZ. Alejandro Sánchez Pacheco	

## **DEDICATORAS.**

A mis queridos padres Enriqueta y Salvador por todo el sacrificio, amor, cariño, apoyo y confianza que me han dado, por los principios infundados, que me permitieron llegar a realizar este logro en mi vida, el cual también es enteramente suyo.

A mi hermana Erika por tanto cariño y amistad que siempre me ha demostrado, que son correspondidos.

A René Cruz, que gracias a sus consejos, comprensión y amor, se han superado varios obstáculos, mil gracias por estar a mi lado.

Son las personas más importantes en mi vida, los amo.

## RECONOCIMIENTOS

A Dios por haberme prestado vida, salud y fuerza para subir este primer escalón en compañía de las personas que más quiero.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, a los profesores y personas, que ayudaron a mi formación no sólo en el ámbito profesional, sino también como ser humano, preparándome para futuros retos, en especial a aquellos de los que en algún momento, recibí apoyo y consejo.

M.C. Esperanza García, por la amistad y las prácticas realizadas.

M. C. Patricia Mora, por su tiempo, trabajo y elocuencia.

M. A. Jorge López, MVZ. Marco Antonio Mendoza y MVZ. Javier Hernández, quienes siempre se mantuvieron atentos para prestar su ayuda.

MVZ. Dora Luz y MVZ. Martha Elizabeth , por su apoyo desinteresado.

## ÍNDICE

	PAG.
1. RESUMEN	
2. INTRODUCCIÓN.....	1
3. OBJETIVOS.....	13
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
5. RESULTADOS.....	16
6. DISCUSIÓN.....	32
7. CONCLUSIÓN.....	42
8. RECOMENDACIONES.....	43
9. BIBLIOGRAFÍA.....	46

## INDICE DE CUADROS.

- Cuadro 1. Composición química de la leche (pag. 2).
- Cuadro 2. Valor nutritivo de la leche consumida en México en 100g de alimento crudo (pag. 3).
- Cuadro 3. Clasificación de los microorganismos en base a la temperatura óptima de desarrollo expresado en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) (pag. 4).
- Cuadro 4. Tipos de microorganismos mesófilos aerobios aislados de la leche (pag. 5).
- Cuadro 5. Composición química de los residuos lácteos que se encuentran normalmente en superficies frías (expresado en porcentaje de sustancia seca) (pag. 7).
- Cuadro 6. Características de la suciedad (pag. 8).
- Cuadro 7. Métodos más comunes para eliminar los residuos lácteos (pag. 9).
- Cuadro 8. Factores actuantes en la limpieza y desinfección (pag. 11).
- Cuadro 9. Descripción y zonas físicas del tanque de conservación de la leche (pag. 15).
- Cuadro 10. Conteo de microorganismos mesófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del proceso de limpieza representados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) sobre  $\text{cm}^2$  (pag. 17).
- Cuadro 11. Conteo de microorganismos psicrófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en unidades formadoras de colonias (UFC) sobre  $\text{cm}^2$ . (pag. 18).
- Cuadro 12. Resultados del conteo de microorganismos mesófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en logaritmo (pag. 19).
- Cuadro 13. Resultados del conteo de microorganismos psicrófilos del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en logaritmo (pag. 20).
- Cuadro 14. Cálculo de medida de tendencia central y de dispersión variable dependiente: logaritmo de microorganismos mesófilos aerobios (pag. 21).
- Cuadro 15. Análisis de varianza de microorganismos mesófilos aerobios. F calculada y significancia la cual tiene que ser menor a 0.05 tomada como  $\alpha$  (pag. 22).
- Cuadro 16. Prueba de Tukey. Microorganismos mesófilos aerobios (pag. 22).
- Cuadro 17. Cálculo de medida de tendencia central y de dispersión. Variable dependiente: logaritmo de microorganismos de psicrófilos aerobios (pag. 27).

Cuadro 18. Análisis de varianza de microorganismos mesófilos aerobios, F calculada y significancia la cual tiene que ser menor a 0.05 tomada como  $\alpha$  (pag. 28).

Cuadro 19. Prueba de Tukey. Microorganismos psicrófilos aerobios (pag. 28).



## RESUMEN

El examen microbiológico de los alimentos y las superficies con las que se encuentra en contacto llevando a cabo un conteo de bacterias en UFC es imperativo de manera rutinaria. Un recuento de la flora aeróbica mesófila y aeróbica psicrófila puede constituir una referencia valiosa para indicar calidad, en varios alimentos, aun más en la leche cuya formulación es apta y un medio enriquecido para el rápido crecimiento de microorganismos. Por esto es imprescindible que las superficies en las cuales los alimentos entran en contacto con estos, también estén en buenas condiciones y limpias; un alimento (leche) puede estar en buenas condiciones y ya sea por maquinas, equipo o personal, llegan a contaminar el alimento en el proceso se volvería de mala calidad, cuya higiene y sanidad se encontrara en duda. En este trabajo se determino la cuenta Estándar de bacterias de la superficie interna del tanque de conservación (recepción) de la leche en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, con la finalidad de, determinar la eficacia del proceso de limpieza del tanque utilizando como indicadores de contaminación microorganismos bacterianos mesófilos y psicrófilos aerobios en placa, como paso previo al proceso, sentando las bases para que se implemente un sistema de evaluación bacteriológica del proceso de limpieza en la unidad de ordeño. Obteniéndose muestras, antes de lavar y después del lavado.

El conteo bacteriano se llevo a cabo en el Laboratorio de Medicina Preventiva L-812 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo-4; empleando el método establecido en la NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa. La NOM-109-SSA1-1994, Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

Considerando que el estudio es de tipo no experimental, observacional, descriptivo, transversal y prospectivo, los datos se estudiaron por el diseño factorial 2 X 6 en donde tomamos como Factor A, la Eficiencia de lavado y Factor B a la zona del tanque. Y el modelo estadístico para el fin del estudio es Análisis de Varianza Unidireccional por la prueba de Tukey.

Al contar con la evaluación bacteriológica del tanque de conservación de la leche se determino que la tubería de salida es la más sucia y no cumple con lo referido en la NOM-093-SSA1-1994-Bienes y servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La leche para consumo humano se define como "el producto proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de este o cuando tenga calostro (NOM-184-SSA1-2000, Bienes y Servicios, Leche para consumo humano).

Cuando se habla de leche, se debe considerar que es un alimento completo ya que su composición química, tal como se observa en el Cuadro 1, Cuadro 2, está constituida por todos los grupos de nutrientes aportando de manera parcial los requeridos para un humano de talla promedio, pero al mismo tiempo también la hacen un medio ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos contaminantes utilizándola como sustrato para su propio desarrollo (R.K. Robinson, 1987).

Es por ello que la leche es considerada como uno de los alimentos potencialmente peligrosos, representando un riesgo para la salud humana (NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de los alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos).

La contaminación microbiológica de la leche cruda puede ser de origen o agregada, dependiendo de los métodos empleados en la producción animal, de las prácticas utilizadas en el ordeño, del estado de salud de los animales, entre otros; incluso cuando la leche se obtiene en condiciones de asepsia contiene siempre microorganismos que son contaminantes, tales como: *Pseudomonas sp*, *Actinobacter sp*, *Moraxella sp*, *Flavobacterium sp*, *Micrococcus sp*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* y coliformes, entre otros. En algunos casos estas bacterias son causantes de grandes pérdidas del producto (Hayes, P.R.H. 1993).

Cuadro 1. Composición química de la leche

Grupo de Constituyentes	Constituyentes	Concentración aproximada en peso en 1 L de leche
Agua 85%		
Lípidos en emulsión 6%	Grasa (triglicéridos)	30 a 50 g
Proteínas en dispersión 4.5 %	Caseína Albúmina Lactoalbúmina Proteína del Glóbulo Graso Enzimas Fosfatasa, Catalasa, Peroxidasa	25 g. 0.6 g. 4 g. 0.2 g.  Huellas
Compuestos Disueltos 4.5 %	<b>Carbohidratos</b> Lactosa Glucosa Otros azúcares <b>Iones y sales</b> Calcio Magnesio Potasio <b>Vitaminas hidrosolubles</b> <b>Materiales nitrogenados</b> Aminoácidos (nitrógeno) Urea (como N) <b>Gases</b> Anhídrido carbónico Oxígeno Nitrógeno	45 a 50 g. 50 mg. Huellas  1.15 g. 0.1 g. 1.5 g. 0.33 mg.  3.5 mg. 100 mg.  100 mg. 7.5 mg. 1.5 mg.

Fuente: Keating (1999)

Cuadro No. 2 Valor nutritivo de la leche consumida en México en 100 g de alimento crudo.

<b>LECHE FRESCA PASTEURIZADA O CRUDA</b>			
<b>Composición química</b>	Proporción comestible	1.0%	
	Humedad	87.9%	
	Fibra	0 g	
	Energía	61 K / cal	
	Hidratos de carbono	4.7 g	
	Proteínas	3.3 g	
<b>Ácidos grasos</b> (expresados en g)	Grasas totales	3.3 g	
	Colesterol	14 g	
	Saturados totales	2.10 g	
	Monosaturado (oleico)	1.0 g	
	Polisaturados (linoleico)	1.0 g	
<b>Minerales</b> (expresados en mg)	Calcio	119 mg	
	Hierro	0.1 mg	
	Magnesio	13 mg	
	Sodio	49 mg	
	Potasio	152 mg	
	Zinc	0.38 mg	
	Retinol	31 mg	
	Acido ascórbico	1 mg	
	Tiamina	0.04 mg	
	Riboflavina	0.16 mg	
	Niacina	0.1 mg	
	<b>Vitaminas</b>	Piridoxina	0.04 mg
		Ácido fólico	5 mcg
Cobalamina		0.36 mcg	
<b>Aminoácidos</b> (expresados en mg)	Isoleucina	162 mg	
	Leucina	328 mg	
	Lisina	286 mg	
	Metionina	86 mg	
	Fenilalanina	185 mg	
	Treonina	153 mg	
	Triptofano	48 mg	
	Valina	199 mg	
	Arginina	113 mg	
	Histidina	92 mg	

Fuente: Chávez de M., M.Hernández, M. y Roldán, J.A. Salvador Zubirán, México D.F. 1996.

Entre los factores que influyen en el crecimiento bacteriano se tiene: sustrato, humedad, oxígeno, pH, sustancias inhibitoras y temperatura; probablemente sea la temperatura el más importante de los factores ambientales afectando la viabilidad y el desarrollo de bacterias. De acuerdo con este criterio, se pueden clasificar en cuatro grupos, representados en el Cuadro 3, de donde los mesófilos y psicrófilos son los que con mayor frecuencia se encuentran en la leche (Hayes. 1987; Páez, R. 2003).

Cuadro 3. Clasificación de los microorganismos en base a la temperatura óptima de desarrollo expresado en grados Celsius (°C).

GRUPO	Temperatura mínima (°C)	Temperatura óptima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Termófilo	35 a 45	45 a 70	60 a 80
Mesófilo	5 a 20	30 a 40	40 a 50
Psicrófilo	0 a 5	20 a 35	25 a 40
Psicrótrofos	Menos 5 a + 5	20 a 30	30 a 35

Hayes, 1993. Scheaffer, L.R; otros, 1987. M.R. Adams, 2000. NOM-092-SSA1-1994.

Como se observa en el Cuadro 3 y por las condiciones de temperatura a la que se mantiene la leche; la temperatura ambiente, permitiría el desarrollo de microorganismos mesófilos y mantenida en conservación por refrigeración se desarrollarían microorganismos psicrófilos (Hayes, P.R.H. 1993).

En la leche recién obtenida y después refrigerada prevalece flora psicrotrófica y psicrófila que se caracteriza por su actividad lipolítica y proteolítica, existen también mesófilos lipolíticos como los *Bacillus sp*, *Corynebacterium sp* y *Enterobacter sp*.

En el Cuadro 4, se muestran algunos géneros de microorganismos mesófilos aerobios aislados de la leche.

Cuadro 4. Tipos de microorganismos mesófilos aerobios aislados de la leche.

Micrococcos	Estreptococos	Bacilos Gram+ no esporulados	Esporulados	Bacilos Gram-	Otros
<i>Micrococcus</i> <i>Staphylococcus</i>	<i>Enterococos fecales</i> Grupo N de Lancefield de <i>Streptococcus</i> : <i>S. agalactiae</i> <i>S. dysgalactiae</i> <i>S. ubens</i>	<i>Micobacterium</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Arthrobacter</i> <i>Kurthia</i>	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> <i>Acinetobacter</i> <i>Flavobacterium</i> <i>Enterobacter</i> <i>Klebsiella</i> <i>Aerobacter</i> <i>Escherichia</i> <i>Serratia</i> <i>Alcaligenes</i>	<i>Streptomicetos</i> Levaduras Mohos

(R.K.Robinson. 1987).

Para retardar el crecimiento de este tipo de contaminantes se han desarrollado una serie de procedimientos inclusive lo señala la reglamentación vigente tal como lo refiere el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios (SSA, 1999): "La leche cruda, después de la ordeña, se deberá filtrar y depositar en tanques provistos con sistema de refrigeración o enfriamiento. Sólo se permitirá la permanencia de la leche en estas condiciones hasta 24 hs. dentro de este tiempo se deberá transportar a los expendios que no formen parte de los establos. Cuando no se cuente con sistemas de refrigeración, la leche cruda deberá expendirse en un lapso no mayor de 6 h. después de la ordeña. Una vez rebasado este tiempo, la leche cruda deberá ser sometida a pasteurización.

De acuerdo a lo anterior se desprende que la leche cruda, actualmente se almacena durante más tiempo y a temperaturas más bajas antes de someterla a cualquier proceso, esto crea condiciones especiales que permiten el crecimiento de microorganismos tolerantes al frío; dentro de este grupo se encuentran, *Pseudomonas* sp, *Flavobacterium* sp, *Alcaligenes* sp, *Achromobacter* sp, atacan más bioquímicamente a la proteína y a la grasa, que el azúcar, por eso producen en la leche sabores y olores pútridos, *Acinetobacter* sp, *Bacillus* sp, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromona hydrophila* (Ralph. Early, 1998. R.K.Robinson.1987). Existen psicrófilos obligados con óptimos inferiores a 20°C y psicrófilos facultativos con temperaturas óptimas más altas (Ingraham y Stakes).

Aún cuando, una leche de buena calidad sanitaria provenga de vacas sanas, empleando buenas prácticas de ordeño, ordeñadas con un equipo que cumpla los estándares funcionales y que se encuentra limpio, puede contener microorganismos contaminantes, por tanto, deberá ser enfriada rápidamente y conservada de esta manera hasta su recolección sin perder de

vista la correcta sanitización de todas las superficies que se encuentran en contacto con ésta (Ralph, E. 1998; Varnamand, A. 1994.; Hayes, P.R.H. 1993;,. III Congreso Nac. Gto. 2001;,. Scheaffer, L.R. 1987).

Si se considera que a la leche cruda se le agregan contaminantes microbiológicos de un sinúmero de fuentes, entre las que se incluyen el interior y el exterior de la ubre, la máquina de ordeño, el personal y el equipo de frío, es necesario que se tenga control en la higiene durante el proceso de obtención del producto con el fin de que no se agregue mayor carga bacteriana que inclusive pueda contener bacterias patógenas; por lo tanto es necesario no descuidar la limpieza y sanitización de los equipos, contenedores y utensilios que tienen contacto directo con la leche, ya que por ejemplo un equipo de frío mal lavado puede aportar a la leche 500 000 microorganismos/ ml o más causando su descomposición y probablemente enfermedades en el consumidor. Por tanto, la temperatura del tanque de conservación no garantiza que el contenido de microorganismos sea bajo, cuando hay suciedad en los contenedores. Para minimizar esta contaminación hay que utilizar diseños correctos del equipo en la sala de ordeña así como el enfriamiento, es decir que todas las partes en contacto con la leche tengan superficies lisas, sean de materiales autorizados y que se puedan limpiar y desinfectar eficazmente (Ralph, E. 1998; Hayes, P.R.H. 1993;,. III Congreso Nac. Gto. 2001;,. Scheaffer, L.R. 1987;,. Páez, R. 2003; Infortambo, Argentina; Páez, R.; Taverna, M.; Charlón. V. 2003).

Resulta obvio que para reducir la contaminación microbiana de la leche hay que insistir en la limpieza escrupulosa del equipo de lechería y de todas las superficies que entren en contacto con ella, ya que las bacterias se multiplican rápidamente, por lo tanto, si se incrementa el recuento bacteriano implicará que el equipo se encuentra significativamente contaminado (Páez, R.; Taverna, M.; Charlón. V. 2003; R.K.Robinson. 1987).

Los residuos que se encuentran sobre las superficies durante la obtención y conservación de la leche varían según el tipo de superficie y equipo en contacto con ella, en donde se ha encontrado que la mayor parte la suciedad se debe a la acumulación de lactosa y grasa, tal como se refiere en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Composición química de los residuos lácteos que se encuentran normalmente en superficies frías (expresado en porcentaje de sustancia seca).

Composición	Residuos %
Lactosa	38
Grasa	30
Proteínas	26
Cenizas	6

(R.K.Robinson, 1987)

Se debe considerar que suciedad se define como todo residuo alimenticio indeseable, tanto de naturaleza orgánica, como inorgánica, que permanece en el equipo y otras superficies. Se clasifican en dos tipos:

- a) Suciedades hidrosolubles, esponjables, que se eliminan mecánicamente después de su reblandecimiento con agua fría.
- b) Suciedades insolubles en agua, no esponjables, pero que se pueden disolver saponificadas y / o dispersas, con agua caliente y productos químicos auxiliares, se eliminan mecánicamente (Kartsten. Paul, 1995).



Los diferentes tipos de suciedad como lo refiere el Cuadro 6 los más frecuentes en la industria lechera son películas de leche líquida, películas de leche desecadas al aire, películas precipitadas por el calor, películas endurecidas por el calor, depósitos de agua dura y materias extrañas diversas (Thomas, 1971).

Cuadro 6 Características de la Suciedad.

Componente	Solubilidad	Limpieza	Cambios al calentar
Azúcar	Hidrosoluble	Fácil	Caramelización, más difícil de limpiar
Grasa	Insoluble en agua soluble en álcali	Difícil	Polimerización, más difícil de limpiar
Proteína	Insoluble en agua soluble en álcali poco soluble en ácidos	Muy difícil	Desnaturalización; muy difícil de limpiar
Sales minerales	Hidrosolubilidad variable, la mayoría ácido - solubles	Fácil a difícil	Generalmente insignificante

De Tamplin 1980.

La suciedad y principalmente la grasa, también se ve influenciada por acciones mecánicas intensas, como el bombeado de la leche, flujo de ésta por conducciones ascendentes, velocidad excesiva de corriente, tramos excesivamente largos de conducción, ingreso de aire, formación de espuma y por cambios bruscos de temperatura se genera grasa libre y los efectos son de formación de tapones o encolladuras de nata llamados comúnmente como "ojos de grasa" y acentuada adherencia de la grasa a las paredes de los recipientes y equipos (Karsten. Paul, 1995).

Para evitar esto es recomendable saber que, la leche cruda reciente en una superficie, puede eliminarse fácilmente pero si se deja secar resultará mucho más difícil su remoción. Ello se debe a la desnaturalización de las proteínas de leche y a la ruptura del glóbulo graso que da lugar a que está se adhiera sobre las superficies haciendolas más difíciles de eliminar (Hayes 1993).

Así una superficie limpia es aquella que se encuentra de forma visible, libre de cualquier sustancia o materia diferente al material intrínseco del que está hecha. (NOM-093-SSA1-1994).

O la separación de la suciedad existentes en las superficies y paredes, de tal modo, que al menos aparentemente se pueda considerar fuera de todo residuo (Sainz, 1990).

Entendamos entonces por superficie limpia, la que está libre de suciedad de todo tipo y no huele. Por lo tanto, es aquella de la que se han eliminado restos alimenticios, detergentes y desinfectantes. No contaminará los alimentos que contacten con ella y los microorganismos que posee, si es que tiene alguno, no afectarán a la calidad del producto durante su elaboración. Una superficie limpia no es necesariamente estéril (Sainz, 1990).

Al llevar a cabo la limpieza eliminamos todas las impurezas o suciedad visible, lavando la superficie, eliminando la grasa y las impurezas o suciedad por medio de un agente limpiador (detergente). La limpieza se efectúa usando, combinada o separadamente, métodos físicos restregando con cepillos de diferente clase o palas sin filo para separar la grasa acumulada. El lavado se efectúa con medios químicos, como el uso de detergentes (alcalinos o ácidos). El calor es un factor adicional importante en el uso de los medios químicos y se deberá tener cuidado al seleccionar las temperaturas, de acuerdo con los detergentes que se utilicen y las superficies de trabajo a limpiar (Bravo 2002). En el Cuadro No.7 se observa los métodos más comunes para eliminar los residuos lácteos.

Cuadro 7. Métodos más comunes para eliminar los residuos lácteos.

Material a eliminar	Agente de limpieza	Productos de reacción	Condiciones necesarias
Residuos en general	Agua	Suciedad disuelta y en suspensión	Agitación
Grasa	Detergentes Alcalinos	Jabón y grasa emulsificada	Agitación
Proteína	Detergentes alcalinos o ácidos	Proteína disuelta y sólidos en suspensión	Agitación
Películas salinas	Detergentes ácidos	Salas y ácidos minerales	Agitación
Bacterias	Agente higienizante	Superficie libre de bacterias	Tiempo de contacto, concentración, temperatura.

(R.K.Robinson, 1987).

La limpieza no solo se realiza por contacto, es necesario cierto procedimiento de agitación con el fin de remover la suciedad, mientras que para eliminar bacterias, se debe tener especial atención de la solución higienizante el tiempo de contacto, temperatura y concentración del mismo. A continuación se mencionan algunas medidas de inspección para implementar técnicas y mantener la limpieza y controlar así la presencia de microorganismos en las superficies y equipos:

- a) La inspección visual: Se puede emplear para detectar películas, incrustaciones o depósitos visibles, el acero inoxidable se ve opaco y esto se debe al uso o a la acción de agentes químicos, es posible limpiarlo, pero la opacidad también puede ser debida a una película o incrustación de material residual.
- b) La inspección mediante el tacto se detectan residuos de suciedad pasando los dedos por las superficies;
- c) Olor, la leche no debe presentar olores extraños o ajenos a la misma. La presencia de cualquier olor prueba que ha habido una contaminación u oxidación.
- d) Mixtas: Las pruebas con un paño seco, los residuos de leche y las incrustaciones debidas al agua se ven blanquecinos sobre un paño negro. La herrumbre o los óxidos metálicos se aprecian mejor sobre un paño blanco.
- e) El recuento bacteriano constituye una evidencia directa del estado higiénico del equipo

La limpieza debe llevarse a cabo, si no continuamente, al menos a intervalos regulares y frecuentes de forma que se mantenga constantemente la calidad sanitaria del producto (R.K.Robinson. 1987).

La eficacia de la limpieza, de los equipos y de la planta tiene importantes consecuencias sobre la calidad higiénica del producto, los locales (suelos, paredes y techos) deben estar construidos en materiales que no acumulen suciedad y ser fáciles de limpiar. Los equipos también tienen que cumplir estos requisitos, además de las siguientes características:

- a) Todas las superficies que están en contacto con los alimentos serán inertes en las condiciones de fabricación empleadas. El material más adecuado es el acero inoxidable.
- b) Las superficies que contactan con los alimentos serán lisas y no porosas para que no se acumulen restos difíciles de eliminar durante la limpieza. A este respecto son más adecuadas las juntas de soldadura que las superpuestas o las de rosca; las entradas y salidas de los

tanques estarán alineadas con las superficies interiores y todos los agitadores, sondas y dispositivos para controlar el nivel (Early, 2000).

Las fases básicas de un programa de limpieza pueden resumirse así: eliminación de la suciedad visible, eliminación con detergentes de todo resto de mugre o suciedad y arrastre o enjuagado con agua para eliminar los detergentes y la suciedad, pero frecuentemente la limpieza debe ir seguida de la desinfección y/o esterilización.

El desinfectante es la sustancia que destruye un amplio margen de microorganismos, pero no necesariamente las esporas bacterianas. La desinfección comprende los procesos implicados en la destrucción de la mayoría de los microorganismos de las superficies y del equipo a un nivel que no dé lugar a contaminación nociva, mediante agentes químicos métodos físicos o ambos. Aunque persistan algunos microorganismos viables no afectarán la calidad microbiológica de los alimentos que contactan con las partes desinfectadas. El principal objetivo de la desinfección es; minimizar el acceso de microorganismos a los alimentos de varios orígenes y en todas sus etapas de procesamiento (SSA. Reglamento de control sanitario de productos y servicios 1998. Bibek Ray, 2001).

Como se aprecia en el Cuadro 8, en donde se expone la acción de diversos factores y las sustancias químicas eficaces que constituyen los productos limpiadores y desinfectantes en lechería, se observa los factores físicos y químicos. Y de los factores químicos las principales sustancias limpiadoras y desinfectantes.

Cuadro 8. Factores actuantes en la limpieza y desinfección:

Factores Físicos	Factores Hidrodinámicos	Velocidad de corriente	
		Turbulencia	
		Presión de pulverización	
		Temperatura	
	Tiempo de acción		
Factores Químicos	Sustancias Limpiadoras	Alcalinos	Alkíhidróxidos (carbonatos, fosfatos y silicatos)
		Neutros	Fórmulas complejas Sales neutras Fijadores
		Ácidas	Ácidos orgánicos
	Sustancias desinfectantes	Alcalinos	Hipocloritos
		Ácidas / Neutras	Iodóforos
		Ácidos	Perácidos

Adaptado de Cersovsky y col., 1976.

Algunos desinfectantes químicos requieren actuar durante un plazo mínimo de tiempo. Algunos desinfectantes actúan coagulando las proteínas y destruyendo bacterias mediante la desnaturalización de sus estructuras proteicas. Cuando la limpieza previa fue deficiente, la suciedad con abundante proteína se precipita, envolviendo entonces a los gérmenes con una película proteica que los protege de la acción de los desinfectantes. De esta manera sobreviven microorganismos aislados o en colonias, a partir de los cuales pueden producirse la recontaminación de las instalaciones, del alimento y equipos (Kartsten. Paul, 1995).

La correcta desinfección ayuda a reducir la contaminación microbiana de equipos a niveles deseados en cualquier proceso de alimentos que se vera reflejado en el aumento de la vida de anaquel de un producto y reducirá la probabilidad de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en los consumidores (Bibek Ray, 2001).

Considerando todo lo anterior, se puede establecer que el recuento de mesófilos aerobios es un indicador de las condiciones de higiene del establecimiento y la causa más frecuente de altos recuentos de es la insuficiente higiene del proceso durante la obtención de la leche. En cuanto a los microorganismos psicrófilos que se multiplican a temperaturas inferiores a 4°C y se consideran indicadores sanitarios en los equipos de frío como ejemplo: el tanque de conservación o de refrigeración. Ya que en la mayoría de los casos, la ordeñadora y el equipo de frío constituyen la principal fuente de contaminación bacteriana de la leche (Etgen. William. M. 1985).

### **3. OBJETIVOS**

3.1 Determinar la limpieza del tanque de conservación de la leche en la unidad de ordeño de la FESC utilizando como indicadores de contaminación las siguientes bacterias: mesófilos y psicrófilos aerobios en placa.

3.2 Contar con una evaluación bacteriológica del tanque de conservación de la leche antes y después de la limpieza y sentar las bases para que se implemente la evaluación bacteriológica en la unidad de ordeño.

#### 4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.4.1. De acuerdo a la clasificación realizada por Canales. F. en 1986; este estudio fue considerado como observacional, descriptivo, transversal y prospectivo.

4.4.2. a) Ubicación del estudio. Tuvo lugar en la sala de ordeña de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 4 UNAM.

b) Los conteos bacteriológicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Medicina Preventiva de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo-4.

4.4.3. Duración del Estudio.

La investigación se realizó de Febrero del 2004 a Mayo del 2005.

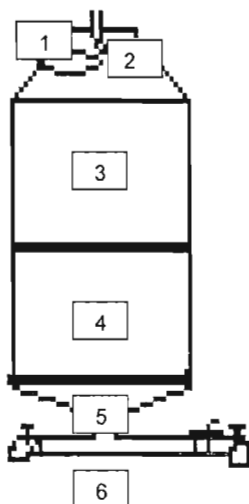
4.4.4. Sujetos de Estudio.

La unidad de análisis fue la superficie interna del tanque de conservación de la leche cruda.

4.4.5. Cálculo del tamaño de muestra. El tanque se dividió en 6 zonas físicas ya que no son lisas, ni uniformes, por ello las bacterias y los residuos lácteos se acumulan en zonas difíciles de limpiar y en los sitios mal diseñados, por ejemplo las hendiduras del equipo, finales ciegos y empalmes, los que se necesitan desmontar periódicamente por que no se pueden limpiar ensamblados. Se realizó el censo de estas 6 zonas, tal como se representa en el Cuadro No.9 y Figura No. 1.

Según lo descrito en "Métodos de muestreo para análisis microbiológicos principios y aplicaciones específicas" (ICMSF, 1981), se efectuaron 5 repeticiones, considerando la categoría de riesgo a la que pertenecen los indicadores sanitarios (microorganismos mesófilos aerobios y psicrófilos aerobios representados en Unidades formadoras de colonias / centímetro cuadrado [UFC / cm<sup>2</sup>]).

Figura 1. Diagrama del tanque de conservación representando las 6 zonas físicas que se muestrearon y su representación numérica.



Cuadro 9  
Descripción y zonas físicas del tanque de conservación de la leche.

Zona 1	Tapa del tanque de conservación
Zona 2	Parte superior o techo del tanque de conservación
Zona 3	Pared superior del tanque de conservación
Zona 4	Pared inferior del tanque de conservación
Zona 5	Parte inferior o piso del tanque de conservación
Zona 6	Tubería de salida de la leche del tanque de conservación

Fuente: Vela. J. G (2005)

Se tomaron 5 muestras antes y 5 muestras posteriores a la limpieza para evaluar este procedimiento.

#### 4.4.6. Tipo de variable estudiada.

Cuantitativa discreta.

- o Identificación de los indicadores de contaminación (mesófilos aerobios y psicrófilos aerobios en placa, señalando cuentas bacterianas (UFC/cm<sup>2</sup>).

4.4.7 Toma y manejo de muestras se realizó mediante la técnica modificada de superficie descrita por Collins y Lén (1999), usando esponjas (Nasco Whirl – Park). Debido a la permanencia de la leche en el tanque (y su limpieza) los muestreos se tomaron los días lunes hasta completar las 5 repeticiones de las 6 zonas físicas, antes y después del procedimiento de limpieza.



El envío de muestras se hizo de acuerdo a la metodología señalada en la NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico (en la cual se menciona que las muestras serán tomadas asépticamente y se transportaran en un termo).

4.4.8. Análisis Bacteriológico: Las muestras se procesaron en el laboratorio de Medicina Preventiva. A las muestras recolectadas se les realizaron: cuenta de psicrófilos aerobios en placa y cuenta de mesófilos aerobios en placa de acuerdo a lo descrito en las NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de alimentos para su análisis microbiológico y la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para bacterias aerobias en placa y refiere que el medio de cultivo a utilizar fue Agar Triptona – Extracto de Levadura (agar para cuenta estandar), el medio de cultivo fue utilizado inmediatamente, se mantuvo a la temperatura aproximada de 45°C, al distribuir las cajas de Petri estériles se identificaron e inocularon las diluciones de las muestras, se mezclo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás adelante, se incubaron las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo). Mesófilos Aerobios con una temperatura de 35°C +/- 2°C, tiempo de incubación 48 +/- 2 h. y psicrófilos aerobios 20 +/- 2°C, tiempo de incubación 5 días.

4.4.9. Análisis de resultados. Se procesaron mediante la prueba de Tukey. Los valores obtenidos del conteo en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) difirieron demasiado entre sí, por esta razón los resultados se transformaron a logaritmo, para facilitar su estudio y comparaciones entre zonas (antes y después de lavado).

## 5. RESULTADOS

En el Cuadro No 10 se obtuvieron las cuentas de microorganismos mesófilos aerobios antes y después del proceso de limpieza, de donde se observa que en la zona 1, antes de la limpieza los conteos fueron de <100 UFC / cm<sup>2</sup> y estas aumentan después del proceso de limpieza.

En las zonas 4, 5 y 6 antes del proceso de limpieza se tienen conteos altos de microorganismos mesófilos aerobios que son de 250 000 UFC / cm<sup>2</sup>. Las zonas 4 y 5, disminuyen sus conteos después de la limpieza, al contrario la zona 6 en los últimos dos muestreos sus valores son iguales que antes del proceso de limpieza (250 000 UFC / cm<sup>2</sup>).

El envío de muestras se hizo de acuerdo a la metodología señalada en la NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico (en la cual se menciona que las muestras serán tomadas asépticamente y se transportaran en un termo).

4.4.8. Análisis Bacteriológico: Las muestras se procesaron en el laboratorio de Medicina Preventiva. A las muestras recolectadas se les realizaron: cuenta de psicrófilos aerobios en placa y cuenta de mesófilos aerobios en placa de acuerdo a lo descrito en las NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de alimentos para su análisis microbiológico y la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para bacterias aerobias en placa y refiere que el medio de cultivo a utilizar fue Agar Triptona – Extracto de Levadura (agar para cuenta estandar), el medio de cultivo fue utilizado inmediatamente, se mantuvo a la temperatura aproximada de 45°C, al distribuir las cajas de Petri estériles se identificaron e inocularon las diluciones de las muestras, se mezclo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás adelante, se incubaron las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo). Mesófilos Aerobios con una temperatura de 35°C +/- 2°C, tiempo de incubación 48 +/- 2 h. y psicrófilos aerobios 20 +/- 2°C, tiempo de incubación 5 días.

4.4.9. Análisis de resultados. Se procesaron mediante la prueba de Tukey. Los valores obtenidos del conteo en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) difirieron demasiado entre sí, por esta razón los resultados se transformaron a logaritmo, para facilitar su estudio y comparaciones entre zonas (antes y después de lavado).

## 5. RESULTADOS

En el Cuadro No 10 se obtuvieron las cuentas de microorganismos mesófilos aerobios antes y después del proceso de limpieza, de donde se observa que en la zona 1, antes de la limpieza los conteos fueron de <100 UFC / cm<sup>2</sup> y estas aumentan después del proceso de limpieza.

En las zonas 4, 5 y 6 antes del proceso de limpieza se tienen conteos altos de microorganismos mesófilos aerobios que son de 250 000 UFC / cm<sup>2</sup>. Las zonas 4 y 5, disminuyen sus conteos después de la limpieza, al contrario la zona 6 en los últimos dos muestreos sus valores son iguales que antes del proceso de limpieza (250 000 UFC / cm<sup>2</sup>).

Cuadro 10. Conteo de microorganismos mesófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) sobre cm<sup>2</sup>.

SEMANA	ZONA DEL TANQUE	ANTES DEL LAVADO	DESPUES DEL LAVADO
1	1	<100	250
	2	<100	<100
	3	<100	100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	<100
2	1	<100	<100
	2	67500	390
	3	<100	1000
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	380
3	1	<100	<100
	2	1800	350
	3	225	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	<100
4	1	<100	310
	2	250	<100
	3	16000	500
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	250000
5	1	<100	<100
	2	<100	<100
	3	<100	<100
	4	250000	<100
	5	250000	200
	6	250000	250000

Fuente: Vela. J. G (2005)

Cuadro 11. Conteo de microorganismos psicrófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) sobre cm<sup>2</sup>.

SEMANA	ZONA DEL TANQUE	ANTES DEL LAVADO	DESPUÉS DEL LAVADO
1	1	<100	<100
	2	<100	<100
	3	<100	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	<100
2	1	<100	<100
	2	66000	<100
	3	<100	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	<100
3	1	<100	<100
	2	<100	<100
	3	<100	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	<100
4	1	<100	<100
	2	<100	<100
	3	250000	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	250000
5	1	<100	<100
	2	<100	<100
	3	<100	<100
	4	250000	<100
	5	250000	<100
	6	250000	250000

Fuente: Vela. J. G (2005)

Debido a que los resultados obtenidos del conteo en Unidades Formadoras de Colonias difirieron demasiado entre sí, estos se transformaron en logaritmo, para facilitar su estudio y comparaciones entre zonas (antes y después de lavado) (Cuadro 12 y 13).

Cuadro 12. Resultados del conteo de microorganismos mesófilos aerobios del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en logaritmo.

SEMANA	ZONA DEL TANQUE	ANTES DEL LAVADO	DESPUÉS DEL LAVADO
1	1	2.00	2.40
	2	2.00	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.00
2	1	2.00	2.00
	2	4.83	2.59
	3	2.00	3.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.58
3	1	2.00	2.00
	2	3.25	2.54
	3	2.35	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.00
4	1	2.00	2.49
	2	2.40	2.00
	3	4.20	2.70
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	5.40
5	1	2.00	2.00
	2	2.00	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.30
	6	5.40	5.40

Fuente: Vela. J. G (2005)

En el Cuadro 13, en todas las zonas existe una disminución en los valores de microorganismos psicrófilos aerobios, después del proceso de limpieza, con excepción de la zona 6, en donde se puede observar, que tanto antes como después del proceso de limpieza se mantiene el mismo valor ahora representado en logaritmo.

Cuadro 13. Resultados del conteo de microorganismos psicrófilos del tanque de conservación antes y después del procedimiento de limpieza representados en logaritmo

SEMANA	ZONA DEL TANQUE	ANTES DEL LAVADO	DESPUÉS DEL LAVADO
1	1	2.00	2.00
	2	2.00	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.00
2	1	2.00	2.00
	2	4.82	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.00
3	1	2.00	2.00
	2	2.00	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	2.00
4	1	2.00	2.00
	2	2.00	2.00
	3	5.40	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	5.40
5	1	2.00	2.00
	2	2.00	2.00
	3	2.00	2.00
	4	5.40	2.00
	5	5.40	2.00
	6	5.40	5.40

Fuente: Vela. J. G (2005)

Cuadro 14. Cálculo de medida de tendencia central y de dispersión.

Variable dependiente: Logaritmo de microorganismos mesófilos aerobios.

LIMPIEZA	ZONA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	N
<b>1</b> <b>Antes de Lavado</b>	1 Tapa del tanque	2.0000	.0000	5
	2 Techo del tanque	2.8960	1.1955	5
	3 Pared superior del tanque	2.5100	.9568	5
	4 Pared inferior del tanque	5.4000	.0000	5
	5 Parte inferior del tanque	5.4000	.0000	5
	6 Tubería de salida de la leche	5.4000	.0000	5
	<b>Promedio</b>	<b>3.9343</b>	<b>1.6172</b>	<b>Σ 30</b>
<b>2</b> <b>Después de Lavado</b>	1 Tapa del tanque	2.1780	.2458	5
	2 Techo del tanque	2.2260	.3100	5
	3 Pared superior del tanque	2.3400	.4775	5
	4 Pared inferior del tanque	2.0000	.0000	5
	5 Parte inferior del tanque	2.0600	.1342	5
	6 Tubería de salida de la leche	3.4760	1.7723	5
	<b>Promedio</b>	<b>2.3800</b>	<b>.8659</b>	<b>Σ 30</b>
<b>ZONA</b>	1 Tapa del tanque	2.0890	.1888	10
	2 Techo del tanque	2.5610	.8959	10
	3 Pared superior del tanque	2.4250	.7185	10
	4 Pared inferior del tanque	3.7000	1.7920	10
	5 Parte inferior del tanque	3.7300	1.7626	10
	6 Tubería de salida de la leche	4.4380	1.5570	10
	<b>Promedio</b>	<b>3.1572</b>	<b>1.5061</b>	<b>Σ 60</b>

N.- Numero de muestras. Fuente: Vela. J. G (2005)

Se tomaron de referencia los datos de la media estadística y se hizo la comparación del estado higiénico del tanque de conservación antes y después de lavado. Se puede observar que las zonas más sucias antes del lavado son la 4, 5 y 6, pero después del proceso de limpieza la zona 6 es la más sucia. Por el contrario la zona más limpia fue la 4.

Otro dato relevante es que antes del lavado las siguientes zonas 1, 4, 5 y 6 en sus 5 muestreos que se llevaron a cabo en estas zonas se observa que los valores coinciden entre ellos, como puede apreciarse en la nula desviación estándar que tuvieron con respecto a su media. De igual manera se comportó la zona 4 después del proceso de limpieza.

Cuadro 15. Análisis de varianza de Microorganismos mesófilos aerobios. F calculada Y Significancia la cual tiene que ser menor a 0.05 tomada como alfa.

VARIABLE DEPENDIENTE: MESÓFILOS AEROBIOS.

FV	gl	SC	CM	F	Sig
<b>Tratamientos</b>	11	110.275	10.025	20.431	.000
<b>Limpieza</b>	1	36.239	36.239	73.855	.000
<b>Zona</b>	5	42.958	8.592	17.509	.000
<b>Limp y Zona</b>	5	31.078	6.216	12.667	.000
<b>Error</b>	48	23.553	0.491		
<b>Total</b>	59	133.828			

Fuente: Vela. J. G (2005)

**FV.-** Fuente de Variación.

**CM.-** Cuadrado Medio.

**gl.-** grados de libertad.

**F.-** F calculada.

**SC.-** Suma de Cuadrados.

**Sig.-** Significancia o Significativo.

En el Cuadro 15 se observa que el Área de F calculada, la Significancia debe tener un valor menor de 0.05 y en los tratamientos el valor obtenido fue con una Significancia de 0.000 lo que demuestra que el estudio es altamente significativo (diferencia entre antes de lavado y después de lavado del tanque de conservación o recepción y diferencia entre las zonas en estudio). De forma general lo que se observa en el cuadro 15, es que la limpieza, las zonas y la interacción limpieza – zona si influyeron en el conteo de microorganismos mesófilos aerobios.

En el Cuadro 16 podemos observar que la significancia entre grupos, nos indica que no es muy significativo entre estos, pues sus resultados son muy parecidos por zonas, dividiéndolo en dos grupos:

Cuadro 16 Prueba de Tukey. Microorganismos mesófilos aerobios.

ZONAS	NUMERO DE MUESTRAS	LIMPIEZA ANTES Y DESPUÉS DE LAVADO	
		1 A.L.	2 D.L.
1 Tapa del tanque	10	2.0890	
2 Techo del tanque	10	2.4250	
3 Pared superior del tanque	10	2.5610	
4 Pared inferior del tanque	10		3.7000
5 Parte inferior del tanque	10		3.7300
6 Tubería de salida de la leche	10		4.4380
Significativo		0.662	0.193

$\alpha = 0.05$  (significativo)

Fuente: Vela. J. G (2005)



Las zonas 1, 2 y 3 difieren muy poco entre si, es decir sus resultados son parecidos antes del lavado (AL). Las zonas 4, 5 y 6 difieren muy poco entre si, después de lavado (DL).

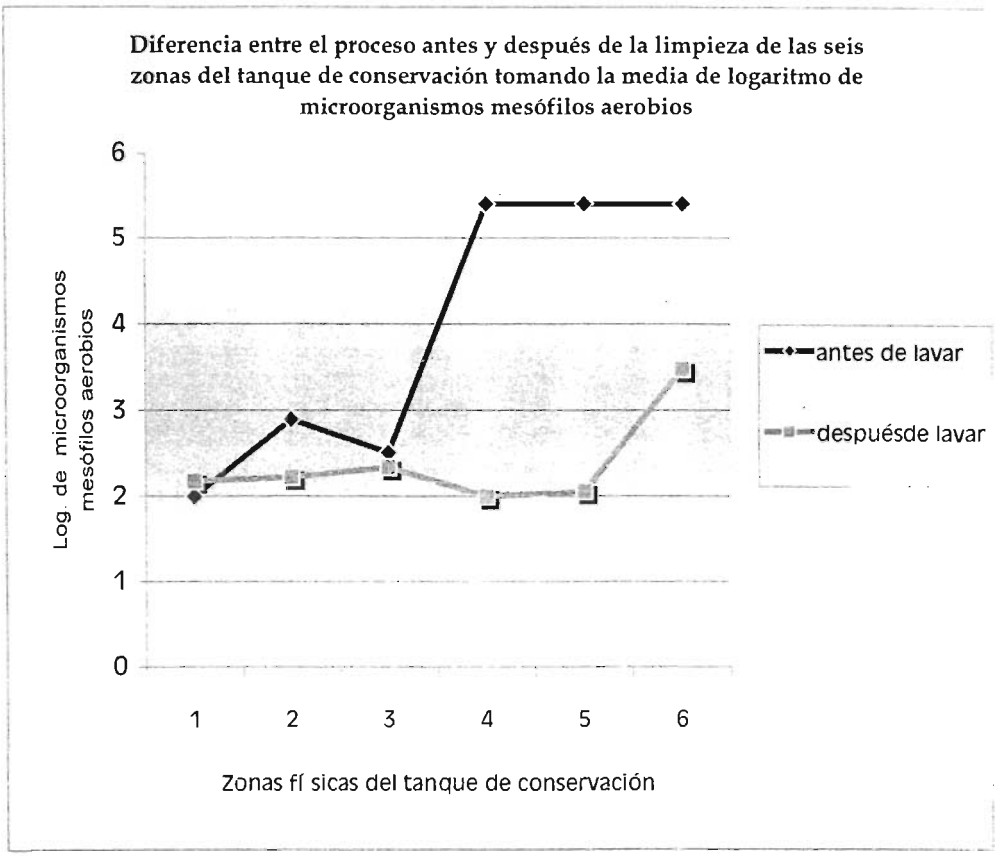
Las zonas parecidas entre si, se agrupan, al comparar las zonas del tanque y sus resultados similares del antes y después del proceso de limpieza, obtenidos por la prueba de Tukey, basándose en el total de sus medias logarítmicas que se obtuvieron de cada zona.

Se compararon las medias logarítmicas representadas en la Gráfica 1 de las zonas físicas del tanque de conservación donde se observa que las zonas 1 (tapa), 2 (parte superior o techo), 3 (pared superior del tanque), son muy parecidas entre si, no existiendo mucha diferencia entre antes y después del proceso de limpieza del tanque de conservación.

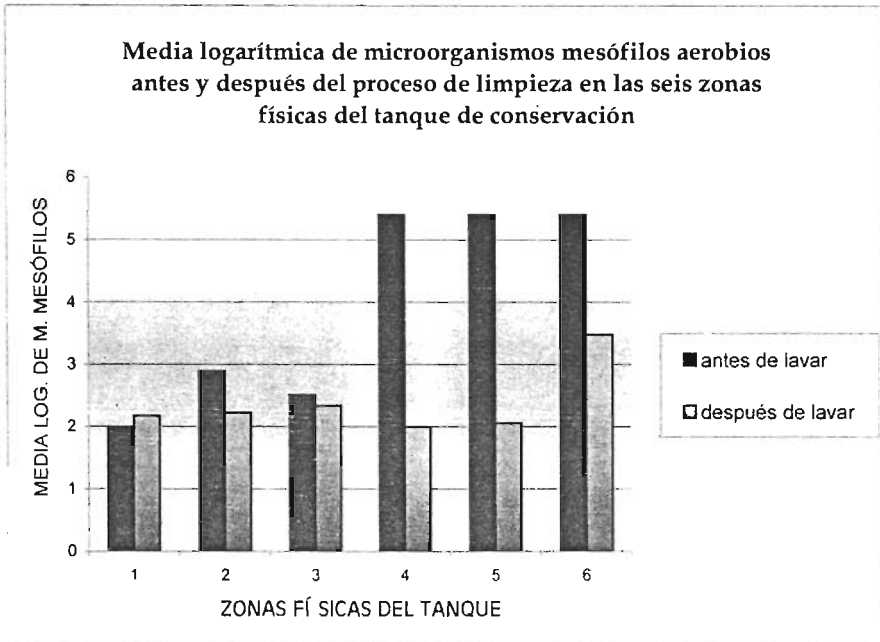
Por el contrario las medias logarítmicas de las zonas 4 (pared inferior del tanque de conservación), 5 (parte inferior o piso del tanque de conservación) y 6 (tubería de salida de la leche del tanque de conservación), son más elevadas antes de llevar a cabo el proceso de limpieza, distinguiéndose una disminución después de lavar el tanque de conservación, aún cuando en la zona 6 la media logarítmica tiende a aumentar las zonas 1, 2 y 3 son las zonas menos sucias.

Las zonas más sucias antes del proceso de limpieza del tanque son las zonas 4, 5 y 6 . Los resultados obtenidos indican que la zona 6 es la más contaminada después del proceso de limpieza.

GRAFICA No.1



Gráfica No. 2



Como se observa en la Gráfica No. 2 la zona 1 del tanque de conservación (tapa), las medias logarítmicas de microorganismos mesófilos aerobios son mayores después del proceso de limpieza que antes del mismo.

En cambio la zona 2, 3, 4, 5 y 6, del tanque de conservación de la leche (gráfica No. 2). Se muestra que las medias logarítmicas de los conteos de microorganismos mesófilos aerobios son mayores antes del proceso de lavado y menor después de este, teniendo como resultado una cantidad menor en las medias logarítmicas de mesófilos aerobios después del proceso de limpieza (cuadro14).

En las zonas 4 y 5 se observó una marcada diferencia entre un antes y después de lavado, esto puede deberse a que el proceso de limpieza se realiza con una escoba la cual llega perfectamente a estas zonas.

Si se compara la zona 6 con las demás, la media logarítmica es mayor antes del lavado y se comporta igual que las zonas 4 y 5 (gráfica No. 2). Pero cabe señalar que la zona 6 después del proceso de limpieza es la más sucia.

## MICROORGANISMOS PSICROFILOS AEROBIOS.

Cuadro 17. Cálculo de medida de tendencia central y de dispersión.

Variable dependiente: Logaritmo de microorganismos psicrófilos aerobios.

LIMPIEZA	ZONA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	N
<b>1</b> Antes de Lavado	1	2.0000	0.0000	5
	2	2.5640	1.2611	5
	3	2.6800	1.5205	5
	4	5.4000	0.0000	5
	5	5.4000	0.0000	5
	6	5.4000	0.0000	5
	<b>Total</b>	<b>3.9073</b>	<b>1.6996</b>	<b>30</b>
<b>2</b> Después de Lavado	1	2.0000	0.0000	5
	2	2.0000	0.0000	5
	3	2.0000	0.0000	5
	4	2.0000	0.0000	5
	5	2.0000	0.0000	5
	6	3.3600	1.8623	5
	<b>Total</b>	<b>2.2267</b>	<b>0.8626</b>	<b>30</b>
<b>Zona</b>	1	2.0000	0.0000	10
	2	2.2820	0.8918	10
	3	2.3400	1.0752	10
	4	3.7000	1.7920	10
	5	3.7000	1.7920	10
	6	4.3800	1.6424	10
	<b>Total</b>	<b>3.0670</b>	<b>1.5823</b>	<b>60</b>

Fuente: Vela. J. G (2005)

En el Cuadro 18 se puede observar que antes del proceso de limpieza las zonas 4, 5 y 6 son las más sucias y después de la limpieza la zona 6 sigue siendo la más sucia. Obteniendo valores altos de microorganismos psicrófilos aerobios (al igual que en el caso de microorganismos mesófilos aerobios).

Antes del lavado las zonas 1, 4, 5 y 6 durante las 5 repeticiones que se llevo a cabo durante el muestreo, se observa que los resultados coincidieron entre si, como se distingue en su desviación estandar con valores bajos o nulos.

A travez de la desviación estandar se puede intuir que después del lavado, las zonas que coinciden, de acuerdo a los resultados obtenidos son 1, 2, 3, 4 y 5.

Cuadro 18. Análisis de varianza de microorganismos mesófilos aerobios , F calculada y significancia la cual tiene que ser menor a 0.05 tomada como alfa.

VARIABLE DEPENDIENTE: PSICRÓFILOS AEROBIOS.

FV	gl	SC	CM	F	Sig
Tratamientos	11	118.241	10.749	17.501	0.000
Limpieza	1	42.370	42.370	68.983	0.000
Zona	5	48.086	9.617	15.658	0.000
Limp y Zona	5	27.786	5.557	9.048	0.000
Error	48	29.482	0.614		
Total	59	147.723			

Fuente: Vela. J. G (2005)

FV.- Fuente de Variación.

CM.- Cuadrado Medio.

gl.- grados de libertad.

F.- F calculada.

SC.- Suma de Cuadrados.

Sig.- Significancia o Significativo.

En el Cuadro 19 se muestra el Área de F calculada, la Significancia debe tener un valor menor de 0.05 representada como  $\alpha$  y en los tratamientos el valor obtenido de la Significancia es de 0.000 demostrando que el estudio es altamente significativo. De manera general los tratamientos, limpieza, zona y la interacción limpieza y zona si influyeron en el conteo de microorganismos psicrófilos aerobios.

Cuadro 19. Prueba de Tukey. Microorganismos psicrófilos aerobios.

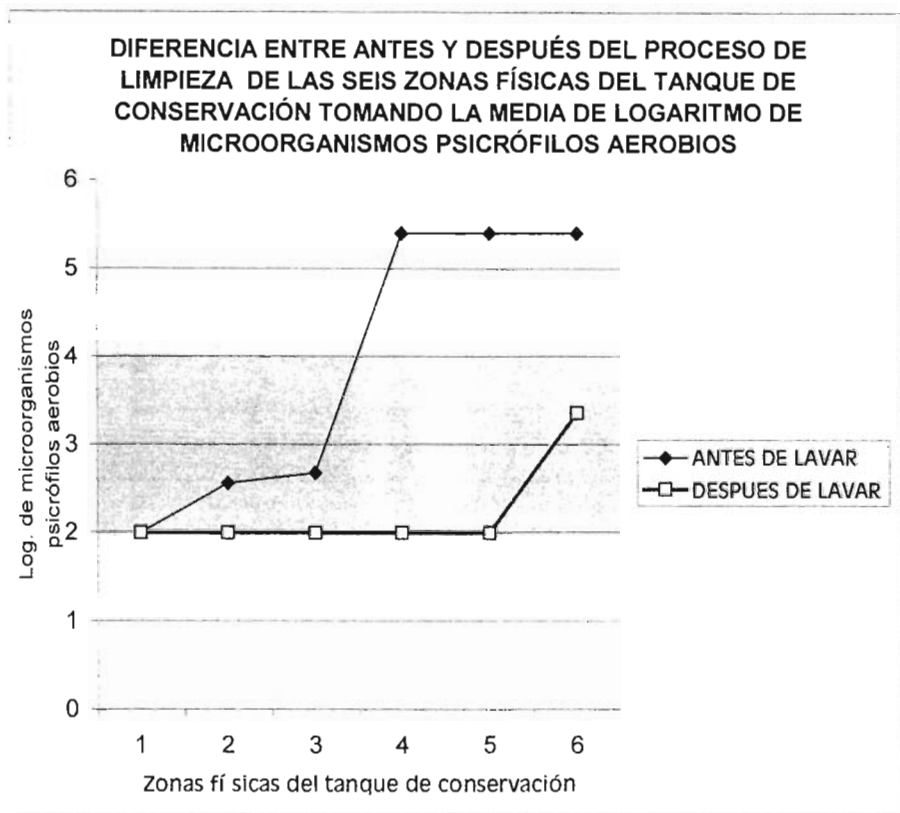
ZONA	NÚMERO DE MUESTRAS	LIMPIEZA ANTES Y DESPUÉS DE LAVADO	
		1 A.L.	2 D.L.
1	10	2.0000	
2	10	2.2820	
3	10	2.3400	
4	10		3.7000
5	10		3.7000
6	10		4.3800
Significativo		0.925	0.391

$\alpha = 0.05$  (significativo)

Fuente: Vela. J. G (2005)

Se observa en el Cuadro 20 la significancia entre grupos, la cual nos indica que no es muy significativo entre estos, pues sus resultados son muy parecidos por zonas. Con los resultados obtenidos en la prueba de Tukey se observan las zonas parecidas entre sí, dividiéndolos en 2 grupos, basados en el total de sus medias logarítmicas. Las zonas 1, 2 y 3 son poco significativas entre ellas, difiriendo muy poco entre sí, antes del lavado y las zonas 4, 5 y 6 son poco significativas entre ellas, difiriendo muy poco entre sí, después del lavado.

Gráfica No.3



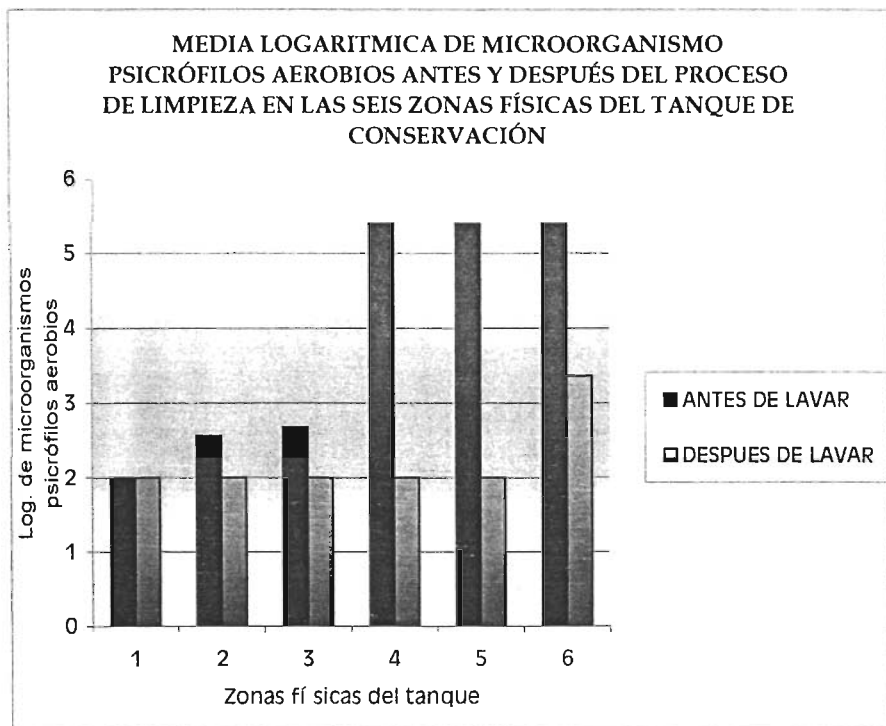
Como puede observarse en la Gráfica No.3 en la zona 1 (que representa la tapa del tanque de conservación de la leche) no existe diferencia entre antes y después del proceso de limpieza, sus medias logarítmicas son iguales al contrario de las demás zonas.

En lo que se refiere a las zonas 2 (techo del tanque de conservación) y 3 (pared superior del tanque de conservación), si existe diferencia en sus medias logarítmicas antes y después del proceso de limpieza del tanque, siendo baja la media logarítmica de microorganismos psicrófilos aerobios después de la limpieza.

A diferencia de las zonas ya descritas las zonas, 4 (pared inferior del tanque de conservación), 5 (piso del tanque de conservación) y 6 (tubería de salida de la leche del tanque de conservación), se comportan de igual manera, antes de limpiar y las medias logarítmicas de los microorganismos psicrófilos aerobios son iguales.

En las zonas 2, 3, 4, 5 y 6 se disminuye la carga de microorganismos psicrófilos aerobios, después del proceso de limpieza, pero en la zona 6 aumenta la media logarítmica de microorganismos psicrófilos aerobios. Como se observa en la Gráfica No. 3 es el punto más sucio después del proceso de limpieza.

**Gráfica 4.**





Como se observa, en la Gráfica No. 4, la zona 1 del tanque de conservación, se comporta de igual manera, antes del proceso de limpieza que después de dicho procedimiento. Sus medias logarítmicas son iguales, esto indica que la zona persiste sucia después de la limpieza y no existe ninguna disminución en la carga de microorganismos psicrófilos aerobios, si se llevara a cabo dicho proceso o no. Pero cabe mencionar que aun así es una de las zonas menos sucias, de las existentes.

Al contrario en las zonas 2 y 3, la media logarítmica de microorganismos psicrófilos aerobios disminuye observando que existe diferencia después de la limpieza.

Las zonas 4 y 5 son iguales entre ellas la media logarítmica es alta antes del proceso de limpieza, sin embargo también disminuye su carga microbiana después del proceso de limpieza a los mismos valores que en las zonas 1, 2 y 3.

Para el caso de la zona 6, sus valores logarítmicos, antes del proceso de limpieza son altos, sin embargo, se comporta igual que las zonas 4 y 5. pero aunque su carga de microorganismos psicrófilos aerobios disminuye después del proceso de limpieza, está no llega a ser tan baja como en estas mismas zonas, al contrario es de las medias logarítmicas más altas después del proceso de limpieza.

## 6. DISCUSIÓN.

Para comparar los resultados obtenidos en el presente estudio se consideró lo reportado en estudios realizados sobre microorganismos mesófilos aerobios y la Secretaría de Salud. NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Al respecto de los microorganismos psicrófilos aerobios y a la ausencia de normas existentes que refieran la cantidad aceptable de microorganismos psicrófilos aerobios en las superficies (como el tanque de conservación), se tomaron los mismos parámetros que se utilizaron para los microorganismos mesófilos aerobios.

Lo estipulado por el Reglamento de control sanitario de Productos y Servicios (1999) que señala: "sólo se permitirá la permanencia de la leche en refrigeración (7° C) hasta 24 h, dentro de este tiempo se deberá transportar a los expendios que no formen parte de los establos". Y si se contempla lo que menciona James M. Jay (1994), Hayes (1993), Scheaffer, L.R; otros y M. R. Adams (2000) de que la temperatura a la cual crece un microorganismo mesófilo aerobio es de 5 a 50° C mientras que la de psicrófilos aerobios es de 0 a 40°C. Por lo observado en este estudio se dan las condiciones microambientales favorables para el desarrollo y multiplicación de estos dos grupos de microorganismos. Además la Secretaría de Salud en la NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de los alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos menciona que la leche es considerada como uno de los alimentos potencialmente peligrosos, ya que por su composición y sus características físicas, químicas o biológicas favorece el crecimiento de microorganismos alterantes, patógenos y tóxicos representando un riesgo para la salud. Las medidas estipuladas en el Reglamento de control sanitario, difiere totalmente con el presente estudio ya que en el tanque de conservación se mantiene la leche almacenada a una temperatura aproximada a 7° C pero no es un tanque de refrigeración como tal, sólo de recepción y conservación y la leche permanece almacenada aproximadamente 75 hs. Estos valores implican que habría una multiplicación de "x" número de veces de las cuentas iniciales de estos microorganismos.

La guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico (1997) menciona que la limpieza del equipo tiene una importancia crítica en la producción de leche de alta calidad sanitaria. De no llevarse a cabo de manera eficaz, se tendrán altos conteos bacterianos con el consecuente deterioro del producto, ya que los residuos de leche acumulados sobre la superficie de los equipos constituyen un medio ideal para el desarrollo microbiano y una de las más importantes fuentes de contaminación de la leche y esto se encuentra respaldado también por otros autores Ralph, E. (1998), Hayes, P. R. H. (1993) quienes mencionan que un equipo de frío mal lavado puede aportar a la leche 500 000 microorganismos / ml o más, la temperatura del tanque de conservación no garantiza que el contenido de microorganismos sea bajo, cuando hay suciedad en los contenedores. Esto se contrapone con el actual trabajo ya que cuando se realizó el proceso de limpieza del tanque de conservación no se lleva a cabo diariamente, pues el tanque no se vacía diario siendo que el propósito de la limpieza es eliminar lo antes posible estos residuos, impidiendo la formación de depósitos permanentes. La ordeña se lleva a cabo 2 veces al día, una en la mañana (7 : 00 am) y otra en la tarde (3:00 pm), todos los días de la semana. El vaciado total y el proceso de limpieza del tanque de conservación se realiza tres veces por semana: lunes, miércoles y viernes, el proceso de lavado del tanque de conservación de la FESC, se realizó como sigue: enjuagado con agua fría, lavado con detergente alcalino y escoba, enjuagado con agua fría, aplicación de vapor finalmente enjuagado con agua fría. Cabe mencionar que el proceso de lavado no cuenta con tiempos estipulados, no llevándose a cabo todos los días, como ya se mencionó anteriormente solamente se realiza los días lunes, miércoles y viernes, después de la ordeña de la mañana de los días ya descritos y no siempre se realiza la desinfección y cuando se realiza no es eficaz. Por lo que no cumple con lo mencionado en la guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico (1997) que señala que se debe hacer diario. A raíz de esto surge la necesidad de determinar los microorganismos de la superficie del tanque de conservación de la leche, antes y después del proceso de limpieza y verificar la eficiencia del mismo y por medio de los conteos de microorganismos identificar la zona más sucia.

Páez; Taverna; Charlón (2003), en estudios recientes han reportado que en la generalidad de los casos, la ordeñadora, el equipo de refrescado y enfriado constituyen la principal fuente de contaminación bacteriana de la leche, la limpieza de estos resulta determinante

para la obtención de una leche de buena calidad higiénica y sus resultados reportan que la boca de descarga del tanque de frío fue el punto de más difícil limpieza con un promedio de 3.0 URL (Unidades relativas de luz). A excepción de la boca de descarga, el resto de los puntos de control obtuvieron porcentajes de coincidencia altos y cercanos al promedio. Una posible explicación respecto a la boca de descarga es el reducido contacto del agua de enjuague en su totalidad con este punto. En comparación con los resultados obtenidos del presente estudio, las medias representadas en logaritmo, tanto de microorganismos mesófilos y psicrófilos aerobios, se determinó que la zona 6 que representa la tubería de salida de la leche, también fue la más contaminada después del proceso de limpieza tanto de microorganismos mesófilos con una media de 3.4760 UFC / cm<sup>2</sup> y psicrófilos aerobios con 3.3600 UFC / cm<sup>2</sup>, coincidiendo estos valores con los encontrados por Páez, R.; Taverna, M.; Charlón, V (2003).

El kit de bioluminiscencia de ATP puede proveer un estimado en tiempo real de la contaminación total de una superficie resultando en un indicador de la eficiencia total de los procesos de limpieza, y los kits de detección de proteínas puede indicar también en tiempo real que las superficies estén libres de residuos de proteína. Además si la materia orgánica es removida enzimáticamente antes de la prueba, puede diferenciar entre ATP de origen bacteriano y el de origen en la suciedad (materia orgánica). Adicionalmente estudios previos han sugerido que, en ausencia de suciedad, bioluminiscencia de ATP es valioso para detectar la presencia de un bajo número de bacterias en la superficie (menos de 10<sup>3</sup> UFC/ cm<sup>2</sup>). Sin embargo para detectar la presencia de organismos específicos o indicadores del nivel de organismos presentes, normalmente su monitoreo involucra las técnicas microbiológicas basadas en el cultivo bacteriano ( Moore and Griffith, 2002). El conteo en placa toma en cuenta las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) sin añadir otras partículas, aún con esta diferencia, bioluminiscencia de ATP sirve como un parámetro para determinar zonas sucias al igual que el conteo bacteriano de superficie si el tanque tiene altos conteos bacterianos o es alto en URL (unidades relativas de luz). Por lo que los resultados son similares, ya que en los dos estudios se presentaron lecturas altas en comparación a las demás zonas, como lo refieren los autores Páez, R.; Taverna, M.; y Charlón V (2003).

Páez, R.; Taverna, M.; Charlón, V (2003) mencionan que todos los resultados de recuentos bacterianos obtuvieron juicio limpio, "Menos de 10.000 UFC / ml. Pero no lo

reportan en  $\text{cm}^2$ , ya que su estudio se basó en el agua de enjuague, pero aún así se determina la eficiencia del lavado. Por otro lado, la NOM-093-SSA1-1994-Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, estipulan que en superficies inertes la cuenta total de mesófilos aerobios debe ser de  $< 400 \text{ UFC} / \text{cm}^2$  de superficie. Comparando el promedio de los conteos de mesófilos aerobios después del proceso de limpieza obtenidos en este estudio difieren con los resultados obtenidos por Páez y Taverna, ya que los resultados de este trabajo presentan que sólo cumplen con "juicio limpio" las zonas 1, 2, 3, 4 y 5, y tomando de referencia la NOM-093-SSA1-1994, se determina que la zona que no cumple con los conteos de microorganismos mesófilos aerobios permitidos es la zona 6 (tubería de salida de la leche). Las bacterias psicrófilas también se encuentran presentes al igual que las bacterias mesófilas, cuando la higienización ha sido deficiente. Tomando en cuenta esto y no existiendo ninguna especificación en la cuenta total de microorganismos psicrófilos aerobios en superficies inertes también se consideraron los parámetros para microorganismos mesófilos aerobios, obteniéndose que la tubería de salida de la leche también tiene conteos altos de microorganismos psicrófilos aerobios.

R. K. Robinson, (1987), menciona que es esencial para evitar la contaminación de la leche la limpieza e higiene de todas las superficies que entran en contacto con ésta; tal precaución es importante no sólo desde el punto de vista de la calidad sino también de la salud pública. Además de Robinson otros autores Páez. R.; Taverna, M.; Charlón. V. (2003) mencionan que para reducir la contaminación microbiana de la leche hay que insistir en la limpieza escrupulosa del equipo de lechería y de todas las superficies que entren en contacto con ella, ya que las bacterias se multiplican rápidamente, por lo tanto, si se incrementa el recuento de microorganismos implicará que el equipo se encuentra significativamente contaminado. M. Beerens, (1998) aclara, que se debe tomar en cuenta la relación suciedad superficie ya que la accesibilidad de las suciedades a la limpieza está ligada también a la estructura de las superficies donde asienta: la aptitud de limpieza es variable según los materiales. La facilidad de limpieza se puede clasificar como sigue: Vidrio 100%, acero inoxidable 80%, aluminio 70%, goma 30%, plásticos 15%. Cuando se realizó el estudio, en la unidad de ordeña, la limpieza del tanque de conservación, cuyo material es el acero inoxidable, se lleva a cabo sólo 3 veces a la semana, ya que la leche se mantiene almacenada en éste, aproximadamente 75 h, no se lleva un registro de la temperatura a la cual se encuentra almacenada, acumulándose la leche obtenida de las 6

ordeñas que se realizan del viernes en la tarde al día lunes (ordeña de la mañana) lo que favorece la proliferación bacteriana en las zonas (4, 5 y 6) que tuvieron más contacto con la leche; en las demás zonas (1, 2 y 3) sólo se evidenció la presencia de gotas de leche en la superficie. Después del lavado del tanque de conservación de la leche y comparando los valores obtenidos por zonas, se demostraron que la más sucia es la zona 6 (tubería de salida de la leche). Por lo que el estudio es apoyado por los autores ya que al incrementarse el recuento de microorganismos implica que el tanque de conservación se encuentra mal lavado. Se debe tener más cuidado en la limpieza de la zona 6 por lo que refiere R. K. Robinson. Lo mencionado por M. Beerens apoya los valores obtenidos en este estudio ya que tomando en cuenta la superficie del tanque (acero inoxidable) y su facilidad de limpieza la cual es del 80%. No hay que olvidar la estructura de la superficie, que en el presente estudio fue la tubería de salida de la leche del tanque de conservación, zona más difícil de lavar por su estructura, conformación, ensamblado, distancia y su tiempo de contacto más prolongado con la leche.

Keating, (1999) refiere que el equipo de acero inoxidable debe su resistencia a que presenta superficies lisas y a la formación de una capa fina de óxido que la protege del medio ambiente, si se remueve esta capa por acción de cepillos de lavado muy duros o de acero se estará dando el primer paso hacia el inicio de la corrosión, por esto mismo es peligroso hacer trabajar el equipo con restos secos de leche, ya que la falta de oxígeno por debajo de estos depósitos de impurezas puede acelerar la corrosión. Por estas razones sólo deben sacarse estos restos (piedra de leche) por medio de cepillos con cerdas que no sean tan rígidas y de preferencia hasta de plástico. La aplicación de vapor directo a chorro lento dentro del tanque de conservación de la leche debe ser hasta que el condensado que se deja siempre en salida libre salga a 85-90 °C, si es una buena opción sobre todo porque además de su poder bactericida por calor húmedo, penetra a través de cualquier residuo de leche que haya quedado en el equipo, y penetra en todos los intersticios del material, pero el inconveniente que tiene es ser muy costoso y de poder dañar las piezas delicadas. En el presente estudio se diferencia a lo reportado por Keatin ya sea por que el tanque es de acero inoxidable, pero existen ralladuras en la superficie, se encuentra dañado, lo cual dificulta la limpieza total del tanque, además de que sirve de protección y de "nicho" para la proliferación y crecimiento de microorganismos y debemos tomar en cuenta los peligros y por lo tanto aplicar medidas preventivas y llevar a cabo una verificación de rutina. Spreer, E. (1991) a reportado que el vapor o aire caliente es un

medio de desinfección físico, eficaz y barato solo debe aplicarse durante 1 – 5 min una temperatura mayor o igual a 85° C, en el proceso de limpieza del tanque de conservación se aplica vapor pero se desconoce la temperatura y el tiempo que se aplica a la superficie y por los resultados obtenidos el vapor no tiene contacto con la zona 6, Por lo que se recomienda se hagan más estudios al respecto.

La guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico. secretaria de salud. subsecretaria de regulación y fomento sanitario y la dirección general de calidad sanitaria de bienes y servicios (1997) mencionan que los principales residuos de la leche en las superficies son las Proteínas cuya causa es la falta de solución limpiadora clorada, preenjuague no adecuado y una limpieza inadecuada, su remoción se debe llevar a cabo con un detergente alcalino clorado. Otro residuo es la grasa la causa es la baja temperatura del agua de enjuague, impropia concentración de detergentes y el uso regular de detergentes ácidos en lugar de alcalinos, la remoción debe llevarse a cabo con un detergente alcalino, para prevenir que se adhieran estos residuos en la superficie debe tenerse cuidado en un preenjuague adecuado, realizar una correcta limpieza y que el agua de enjuague este a temperatura adecuada y en el lavado usar detergente alcalino clorado a la concentración adecuada (Adaptado de: Granja Lechera, Sanidad e Inspección Básica. Curso 306, FDA. Traducción de la DGCSByS, Marzo 1996). El siguiente autor, Spreer, E. (1991) menciona que las etapas de limpieza de los tanques debe ser primero enjuagar, vaciar, limpieza alcalina, vaciar, enjuagar y vaciar. Para el lavado y desinfección del tanque de conservación debe existir primero un enjuague con agua a una temperatura de 10 a 20° C, se lleve a cabo la limpieza con productos alcalinos para la limpieza manual en general de las industrias lácteas, para la limpieza de los equipos de transporte y de almacenamiento de la leche y de las instalaciones de transformación o los productos para la limpieza alcalina y para la desinfección de las instalaciones de tratamiento, de transformación, transporte y de almacenamiento de la leche, esto debe aplicarse hasta eliminar la suciedad a una temperatura de 40 – 50° C. Después enjuagar con agua hasta eliminar el detergente alcalino y la temperatura del agua debe ser de 10 – 15° C, llevar a cabo la desinfección con los productos para la limpieza alcalina y para la desinfección de las instalaciones de tratamiento, de transformación, transporte y de almacenamiento de la leche, esto es lo recomendado por Spreer, E. (1991), pero si recordamos la aplicación de vapor o aire caliente es un medio de desinfección físico, eficaz

El proceso de limpieza (lavado) del tanque de conservación, discrepa totalmente con el autor ya que se realizan los siguientes pasos generales: Enjuagado con agua fría, Lavado con detergente alcalino. Enjuagado con agua fría. Aplicación de vapor. Enjuagado con agua fría. Esto no coincide en su totalidad con el autor referido ya que no tiene un tiempo estipulado para cada paso del proceso de lavado, el agua siempre se mantiene fría, el lavado se realiza con detergente alcalino y una escoba la cual no solo está restringida para este uso, esta escoba llega perfectamente a la zona 1 (tapa) y a aquellas zonas próximas a ella que fueron 2, 3, 4 y 5 siendo imposible el lavado de la zona 6, por la estructura del mismo tanque, la tubería se desmonta pero no completamente para su lavado, por lo cual una buena parte de la estructura de la tubería no tiene cepillado alguno, el lavado solo se lleva a cabo por arrastre del agua, agua más detergente, el posible contacto del vapor caliente y finalmente el enjuagado con agua fría, solo una parte de esta tubería recibe lavado pero estas piezas se dejan escurriendo en el piso., esta unión de factores quizá contribuyo al alto contenido de microorganismo en esta superficie, después del proceso de limpieza.

La Secretaría de Salud, por medio de la guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico (1997), reportó las medidas de verificación de los peligros y las medidas preventivas que se deben llevar a cabo en la etapa del proceso de enfriamiento y almacenamiento de la leche. Los peligros inminentes es el incremento de la carga bacteriana por almacenamiento a temperatura inadecuada, la contaminación bacteriana debida a un mal lavado del tanque de almacenamiento y la contaminación por materia extraña por mantener el tanque sin tapa, las medidas preventivas a seguir es el mantenimiento periódico al sistema de enfriamiento, el lavado del tanque cada vez que se vacíe de acuerdo a los procedimientos preestablecidos y mantener el tanque con tapa y tapado, y estipula se lleve a cabo una verificación supervisando las temperaturas de almacenamiento y la supervisión del lavado y desinfección del equipo. En contraposición con la secretaria de salud lo observado en la unidad de ordeño, en el área de proceso en donde se lleva a cabo el enfriamiento y almacenamiento de la leche, sí existen los tres peligros mencionados en el cuadro anterior, el sistema de enfriamiento recibe mantenimiento solo cuando se avería y no es periódico, el lavado del tanque como ya se ha mencionado solo se realiza 3 veces a la semana, y no se estipula ningún tipo de verificación, la supervisión de las temperaturas de almacenamiento no se anotan ya que no sirve el termómetro del tanque de conservación, la supervisión de lavado y desinfección del tanque, es el tema del presente estudio.



Frazier, W. C. (1993) refiere que siempre que existan partículas sólidas o líquidas de distintos materiales que se eleven en el aire, en él se encontrarán los microorganismos típicos de los mismos, microorganismos procedentes de la tierra y del polvo, microorganismos del agua procedentes de aerosoles de agua, microorganismos de las plantas procedentes de los piensos o del polvo de los forrajes, estiércol entre otros, y que el número de microorganismos existentes en el aire aumentan como consecuencia de las corrientes de aire que se producen al desplazarse las personas, como consecuencia de la ventilación y como consecuencia de las brisas. Según un estudio realizado por Heldman (1974), sobre la contaminación de los alimentos por el aire, los resultados de distintos análisis indican, que la población microbiana de distintas plantas es parecida, que las poblaciones de microorganismos varían extraordinariamente en cuanto a su número en las distintas zonas de una misma planta, que las poblaciones de una determinada planta depende de la calidad del aire de la atmósfera exterior y que el número de microorganismos de las poblaciones está relacionada con el grado de actividad de las personas que trabajan en la planta. Otro autor Stewart, (1975), ha reportado que en el aire hay muchas partículas finas que pueden contribuir a la contaminación. Estas partículas de polvo transportan esporas de mohos, bacterias esporuladas, micrococcos y estreptococos. Entre las bacterias esporuladas se encuentra *Bacillus cereus* que no produce muchas esporas en la leche cruda, pero cuya esporulación tiene lugar en soluciones diluidas de leche y en los sedimentos húmedos. La pasteurización, no solo no destruye las esporas de *Bacillus cereus*, sino que activa su germinación, por lo que la leche pasteurizada se vuelve su medio de crecimiento, por otra parte J. Amiot, (1991), menciona que el polvo del suelo también puede transportar *Pseudomonas, sp.* y constituir una importante fuente de contaminación de la leche. Y diversos autores como Briandet, Leriche, Carpentier, & Bellon – Fontaine, (1999); Cunliffe, Smart, Alexander, & Vulfson, (1999); Flint, Brooks, & Bremer, (2000); Hood & Zottola, (1997); Jullien, Bénézech, Carpentier, Lebret, & Faille (2002), que la adhesión de un microorganismo a una superficie esta influenciada por varios factores relacionados a la estructura y características fisiológicas de la célula, la naturaleza y temperatura del fluido en que se encuentra suspendido y sus propiedades físicas y químicas de la materia en contacto, su geometría, porosidad, rugosidad, composición e hidrofobicidad. Lo mencionado por los diferentes autores Frazier, W. C. (1993), por Heldman (1974), Stewart (1975), Briandet, Leriche, Carpentier, & Bellon – Fontaine, (1999); Cunliffe, Smart, Alexander, & Vulfson, (1999);



Flint, Brooks, & Bremer, (2000); Hood & Zottola, (1997); Jullien, Bénézech, Carpentier, Le Bret, & Faille, (2002) apoyan totalmente el presente estudio, ya se obtuvieron algunos resultados altos después del lavado en la zona 1 que representa la tapa del tanque de conservación, aunque no fueron altos, en comparación con las otras zonas. Los resultados que se obtuvieron de microorganismos mesófilos aerobios, antes del lavado representado en logaritmo aumenta después del proceso de limpieza. Los microorganismos psicrófilos aerobios se mantienen con la misma carga microbiológica, después del proceso de limpieza, si tomamos en cuenta lo que mencionan Stewart, y J. Amiot, apoyan y respaldan lo observado en la toma de muestras fue que, la tapa del tanque de conservación se mantenía abierta después del proceso de limpieza y la superficie se encuentra húmeda, por lo cual es más fácil que se adhieran partículas de polvo y con ello microorganismos y esporas, además no existe ningún control en la entrada y salida de personas y en otras ocasiones la puerta la dejan abierta facilitando la entrada de corrientes de aire, y la zona de ordeño y almacenamiento de la leche se encuentra cerca, un estercolero (que se encuentra a una distancia aproximada de 25.5 mt). Aunque la carga microbiológica en la tapa del tanque, no aumento considerablemente, no disminuye con el lavado es por esto que se recomienda más estudios al respecto.

Frazier, W. C. (1993) dice que existen dos aspectos importantes de la microbiología del agua la salud pública y económicos. Desde el punto de vista de salud pública, el agua que se utiliza en los distintos tratamientos debe ser totalmente inocua para beber, es decir, exenta de patógenos. Algunos laboratorios de control realizan periódicamente recuentos totales en placa. No obstante el agua generalmente tiene mayor importancia desde el punto de vista de las especies de microorganismos que puede añadir al interior o a la superficie de los alimentos, que desde el punto de vista del número total que de los mismos puede aportar. La contaminación puede tener su origen en el agua. Normalmente el agua es tratada con cloro, aunque se han citado casos en los que, con el transcurso del tiempo, puede contener una flora microbiana resistente al cloro, como las bacterias que producen viscosidad en la leche, por ejemplo *Alcaligenes viscolactis* y *Enterobacter aerogenes* y suelen proceder del agua, lo mismo que las especies de *Achromobacter*, *sp.* y *Pseudomonas sp.* que producen mucilago, alterando el requesón. Las bacterias que producen las manchas de la superficie de la mantequilla, *Pseudomonas putrefaciens*, procede principalmente del agua. Por lo tanto es necesario verificar la calidad del agua

utilizada para la limpieza del tanque de conservación de la leche en la unidad de ordeño de la FESC ya que en el caso de una calidad deficiente, el agua se transforma en una fuente adicional de contaminación, enmascarando el verdadero estado de limpieza del equipo que se pretende evaluar. En el trabajo realizado, no se verificó la calidad física, química y microbiológica del agua utilizada en el proceso de limpieza del tanque de conservación por lo que se recomienda llevar a cabo más estudios relacionados a este tema.

## **7. Conclusiones.**

Con el trabajo realizado en el tanque de conservación en donde la leche se mantiene almacenada por varios días, se concluye que:

Los microorganismos psicrófilos aerobios se comportaron de la misma forma que un microorganismo mesófilo aerobio, revelando la zona problema (más sucia) del tanque de conservación de la leche. Que los microorganismos tienen las condiciones favorables para su crecimiento, estos proliferan, no solo en la leche si no también en las superficies con las que tiene contacto.

Los resultados obtenidos demuestran que no cumple con la normatividad citada y que se tomo de referencia para el presente estudio, Secretaria de Salud. NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, 1999. Guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico, Secretaria de Salud, Subsecretaria de regulación y fomento sanitario y la Dirección general de calidad sanitaria de bienes y servicios, 1997.

## 8. Recomendaciones .

Se recomienda que cuando se realice la evaluación bacteriológica de los procesos de limpieza y desinfección, se tomen en cuenta aquellos microorganismos que tienen las condiciones favorables para su crecimiento además de los microorganismos mesófilos aerobios aunque no se contemplen por la normatividad nacional. Como ya se ha visto, no solo los microorganismos mesófilos aerobios ocasionan problemas al producto, también los microorganismo psicrófilos acarrear problemas a la leche siendo estos importantes, ya que existen microorganismos que pertenecen a esta clasificación que no mueren con la pasteurización, y dan un producto con baja vida de anaquel.

Que se tenga control de la puerta de acceso y salida al área de recepción y almacenamiento de la leche, que está siempre se cierre cuando entren o salgan personas y así evitar corrientes de aire con alto contenido de microorganismos. Ya que como sabemos una de las principales bacterias psicrófilas aerobias (*Pseudomonas, sp*) que afectan a los alimentos se encuentra en la tierra y por lo tanto puede estar presente en el aire y así colonizar y crecer en distintas superficies.

Se debe dar mantenimiento regular al sistema de enfriamiento de la leche y tomar la temperatura de la leche cuando se encuentra almacenada las veces necesarias para que la leche se encuentre a la temperatura recomendada. Como lo estipula el reglamento de productos y servicios.

El tanque de conservación de la leche de la unidad de ordeño de la FESC es de acero inoxidable y ningún metal, como el Cu, Al, Fe y Zn pueden limpiarse con ácidos o bases fuertes, a excepción del acero inoxidable y este material es resistente a la corrosión, también debemos recordar que el tanque de conservación ya tiene demasiado tiempo por lo que en algunos lugares de su superficie puede que presente asperezas e irregularidades, estas influyen sobre la intensidad de adhesión de la suciedad, así se espera que los componentes de la leche tanto como los microorganismos y polvo se adhieran con más fuerza a estas irregularidades. Se considera anticuado el uso de cepillo y agua con fines de limpieza, pero sigue siendo el procedimiento más barato y a veces el único eficaz de conseguir el grado deseado de limpieza. Sin olvidar que los cepillos se

deben limpiar concienzudamente, se desinfecten y se guarden secos una vez usados, si no se realiza los microorganismos se multiplican intensamente. Lo cual en un futuro puede afectar en la eficacia de las posteriores operaciones de limpieza. El detergente utilizado para el lavado debe ser alcalino ya que están recomendados para la limpieza de los equipos de transporte, de almacenamiento de la leche y de las instalaciones de transformación ya que la acción de estos detergentes es que provocan la emulsión de las grasas, que se saponifican, lo que hace que sean fácilmente arrastrables (Spreer, E. 1991).

Para el lavado y desinfección del tanque de conservación de la leche de la unidad de ordeño, se recomienda que se realice primero un enjuague con agua a una temperatura de 10 a 20° C, se lleve a cabo la limpieza con productos alcalinos para la limpieza manual en general de las industrias lácteas, para la limpieza de los equipos de transporte y de almacenamiento de la leche y de las instalaciones de transformación o los productos para la limpieza alcalina y para la desinfección de las instalaciones de tratamiento, de transformación, transporte y de almacenamiento de la leche, esto debe aplicarse hasta eliminar la suciedad a una temperatura de 40 – 50° C. Después enjuagar con agua hasta eliminar el detergente alcalino y la temperatura del agua debe ser de 10 – 15° C, llevar a cabo la desinfección con los productos para la limpieza alcalina y para la desinfección de las instalaciones de tratamiento, de transformación, transporte y de almacenamiento de la leche, esto es lo recomendado por Spreer, E. (1991), pero si recordamos la aplicación de vapor o aire caliente es un medio de desinfección físico, eficaz y barato solo debe aplicarse el tiempo necesario (durante 1 – 5 min. una temperatura mayor o igual a 85° C). Se recomienda que en lugares en donde existen hendiduras, juntas, finales ciegos y empalmes, se desmonten periódicamente porque no se pueden limpiar ensamblados, una vez al mes, tapones, llaves, piezas pequeñas, etc, deben sumergirse en agua hirviendo durante 2 minutos. Esto es recomendable para la zona 6 (tubería de salida de la leche). Estas piezas sólo se pueden volver a montar una vez que están totalmente secas.

La suciedad que se presenta con más frecuencia está formada por componentes originarios de la leche como grasa, proteínas o sales minerales, la lactosa al ser muy soluble en agua, no se considera como alto residuo, además hay que considerar que por regla general existe un elevado contenido de microorganismos tecnológicamente perjudiciales (Spreer, E. 1991).

Se recomienda que el agua este libre de microorganismos patógenos , el agua que se utiliza en el aclarado final (enjuagado), ha de ser además potable, se recomienda realizar estudios posteriores para determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua utilizada en el proceso de limpieza en las áreas de ordeño y lácteos de la FESC.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

Adams M. R.; and M.O. MOSS. Food Microbiology. R.S. Royal Society of Chemistry Librería Británica. 2000

Amiont, J.: Ciencia y tecnología de la leche principios y aplicaciones. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 77,88,93. 1991.

Bibek, R. Fundamental food microbiology. 2da ed. Edit. CRC Press. USA. 2001.

Canales, F. H. Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud. Limusa. México. 1986.

III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. León Gto. México. 21-23 de Junio. 2001.

Early, R. Tecnología de los productos lácteos. Edit Acribia. España. 1998.

Etgen. William. M.; Reaves. Paul. M.: Ganado Lechero Alimentación y Administración. Limusa. S.A. 264,265. 1985.

Fraizer, W.C. y D.C. Westhoff. Microbiología de los alimentos. Edit Acribia S.A. 4<sup>ta</sup> ed. España. 1993.

Guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico.  
Secretaría de salud. Subsecretaría de regulación y fomento sanitario. Dirección general de calidad sanitaria de bienes y servicios, 1997.

Hayes, P.R.H.: Microbiología e Higiene de los alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 97,200,237,251,256. 1993.

Hernández, S. R.; Fernández, C. C.; L. Baptista. Metodología de la Investigación. Mc Graw – Hill, 2003.

ICMSF. Microorganismos de los alimentos 2: Métodos de muestreo para análisis microbiológicos. Edit Acribia S.A. España. 1981.

Jay, J.M. Microbiología moderna de los alimentos. Edit Acribia S.A. España. 1994.

Keating, P.F.; Gaona R.H. Introducción a la lactología. 2da ed. Edit. Limusa-Noriega editores S.A. México. 1999.

Moore, G. and C. Griffith. A comparison of surface sampling methods for detecting coliforms on food contact surfaces. Food. Micro. 19 (65-73). 2002.

Ralph, E.: Tecnología de los productos lácteos. Acribia Zaragoza, España. 1,11,12.1998.



- Robinson. R. K.; Microbiología lactológica. Vol I Edit. Acribia, S.A.1987
- Scheaffer, L.R.; Mendenhall, W.; Lyman OTT. : Elementos de muestreo, S.A. de C.V. 1987.
- Secretaría de Salud. Reglamento de control sanitario de productos y servicios.1999.
- Secretaría de Salud. NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- Secretaría de Salud. NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.
- Secretaría de Salud NOM-109-SSA1-1994, Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- Spreer. E. Lactología Industrial. Acribia, S. A. España. 2ª edición. 1991.
- Varnamand, A.; Sutherland, J.P.: Milk and milk products technology chemistry and microbiology. Chapman & Hall. Great Britain, 1:1.1994.
- Benditas bacterias. Boletín Informativo de INFORTAMBO.  
[http://www.infortambo.com/index\\_tecnología.php3?cen=cali1.htm&send=1](http://www.infortambo.com/index_tecnología.php3?cen=cali1.htm&send=1)
- Calvinho, L.; Canavesia, V. y A. Nerino. Análisis de leche de tanque de frío ; una herramienta para detectar el origen de problemas sanitarios y evaluar la higiene de los procesos de ordeño de los equipos (<http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/cha0201.htm> ). 2001.
- Páez, R.; Taverna, M.; Charlón, V. Et al. Procedimiento de evaluación de la higiene de la ordeñadora, el equipo de refrigeración y la cisterna de transporte de leche mediante la técnica de bioluminiscencia. ( [http://rafaela.inta.gov.ar/anuario2001/a2001\\_30htm](http://rafaela.inta.gov.ar/anuario2001/a2001_30htm) ). 2003.
- Taverna, M.; Páez , R.; Charlón, V. Et al. Punto de control visual para apreciar la limpieza de ordeñadora con tubería de leche. (<http://www.ews/display.php/uuid.6FE9C82C-7DCB-42AE-8454BD74D3DD2AD6/catUuid.91DOE8F2-E269-11D3-A5140006292E2740/> ).