

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA
DE YOGUR ARTESANAL COMERCIALIZADO EN LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Presentado por:

MARÍA MERCEDES ECHEVERRÍA PÉREZ

Para optar al título de:

QUÍMICA BIÓLOGA

Guatemala, 27 de octubre de 2006

INDICE

	Pag.
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	3
III. ANTECEDENTES.....	4
A. Enfermedades transmitidas por alimentos -ETA´s-.....	4
1. Generalidades.....	4
2. Epidemiología.....	5
3. Infecciones alimentarias.....	6
4. Intoxicaciones alimentarias.....	8
5. Otros agentes productores de ETA´s.....	9
B. Microorganismos indicadores.....	10
1. <i>Escherichia coli</i>	11
C. Microorganismos fermentadores de alimentos.....	12
1. Bacterias ácido lácticas.....	13
2. Mohos y levaduras.....	15
D. Calidad y seguridad de los alimentos.....	16
1. Calidad alimentaria.....	16
2. Seguridad alimentaria.....	18
3. Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-.....	19
4. Conceptos de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control -HACCP-.....	21
E. Conservación de los alimentos.....	24
F. Yogur.....	25
1. Historia.....	25
2. Definición.....	26
3. Procesamiento.....	26
4. Tipos de yogur.....	28

5.	Características organolépticas.....	28
6.	Microorganismos alterantes del yogur.....	29
7.	Beneficios para la salud.....	29
G.	Normas alimentarias.....	30
H.	Método de análisis microbiológico.....	32
1.	Determinación de coliformes y <i>Escherichia coli</i>	33
2.	Cuantificación de mohos y levaduras.....	34
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	35
V.	OBJETIVOS.....	36
A.	General.....	36
B.	Específicos.....	36
VI.	HIPÓTESIS.....	37
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
A.	Universo de trabajo.....	38
B.	Muestra.....	38
C.	Recursos.....	38
D.	Metodología.....	39
E.	Diseño estadístico.....	41
VIII.	RESULTADOS.....	42
IX.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
X.	CONCLUSIONES.....	55
XI.	RECOMENDACIONES.....	56
XII.	REFERENCIAS.....	57
XIII.	ANEXOS.....	64

I. RESUMEN

La preparación y manipulación incorrecta de alimentos lácteos, así como la falta de medidas higiénicas, representan riesgos para la propagación de enfermedades alimentarias, permitiendo que microorganismos patógenos entren en contacto con ellos, se multipliquen y causen en el consumidor enfermedades transmitidas por alimentos -ETA's-; siendo uno de los problemas frecuentes y de mayor importancia en la salud pública.

El presente estudio se realizó con el fin de evaluar la calidad microbiológica del yogur artesanal en sus tres presentaciones (natural, con saborizante y con fruta), elaborado en la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. Se les realizó pruebas microbiológicas determinando con ello su inocuidad alimentaria, para lo cual se aplicó como sistema de evaluación durante su proceso, la Herramienta de Conceptos de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control -HACCP-; esto con el fin de determinar la calidad higiénica y manipulación al producto final de cada presentación. Para los análisis microbiológicos de las muestras recolectadas en base al diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur en sus tres presentaciones, se utilizó el método de cultivo en placas de Petrifilm secos.

Es así que en el análisis microbiológico del muestreo pre-intervención del yogur en sus tres presentaciones (natural, con saborizante y con fruta), se obtuvo resultados de recuentos microbiológicos de coliformes mayores a 100 UFC/ml fuera del límite máximo permitido; *Escherichia coli* mayor a 0 UFC/ml; mohos y levaduras menor a 1,000 UFC/ml. esto en base a la norma Codex Alimentarius CX/NEA 03/16.

Es por ello que se capacitó al operario encargado de la producción en conocimientos básicos en la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura así como requisito primordial en toda industria de alimentos.

En el muestreo post-intervención se obtuvo resultados significativos dentro de los límites máximos permitidos. Siendo en el producto final del muestreo, recuentos de coliformes menor e igual a 100 UFC/ml a excepción del yogur con saborizante que está fuera del límite máximo permitido con un recuento de 200 UFC/ml; *Escherichia coli* 0 UFC/ml; mohos y levaduras menor a 1,000 UFC/ml, basados según la norma Codex Alimentarius CX/NEA 03/16. Estos resultados se obtuvieron en base a medidas correctivas realizadas a las instalaciones del área de procesado del yogur y en la capacitación sobre buenas prácticas de manufactura impartidas al operario. Lográndose con ello probar la hipótesis planteada, donde los recuentos microbiológicos disminuyeron en un noventa y cinco por ciento aproximadamente del muestreo post-intervención con respecto al muestreo pre-intervención, desde materia prima hasta producto final.

II. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos -ETA's- son de carácter infeccioso o tóxico adquiridas por la ingestión de microorganismos o de toxinas bacterianas presentes en los alimentos. Los derivados de la leche son uno de los productos de mayor propagación de ETA's ya que son alimentos que en su mayoría son de producción artesanal, no cumpliendo con ninguna norma de calidad, y son consumidos comúnmente por su alto contenido nutricional y bajo costo.

La Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- se encarga de regular el manejo, venta y distribución de alimentos dentro del Campus, realizando un control de calidad microbiológico de los mismos con el fin de velar por la salud de la población universitaria. Por otra parte la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la -USAC- produce y comercializa yogures de distintos sabores, pero no cuenta con ninguna evaluación externa de control de calidad microbiológica que pueda garantizar su consumo. Es por eso que se pretende evaluar y mejorar la calidad del yogur producido, en dicha unidad, y que al mismo tiempo posea límites microbiológicos permitidos por la norma Codex Alimentarius CX/NEA 03/16 para coliformes, *Escherichia coli*, mohos y levaduras.

En el proceso de elaboración, el yogur desde el comienzo se encuentra expuesto a diversos factores de contaminación, por lo tanto en el presente estudio se determinarán puntos críticos -PC- y puntos críticos de control -PCC-, para mejorar la calidad de manufactura en todo el proceso de elaboración realizando un muestreo pre-intervención de cada punto detectado para su análisis microbiológico. Seguidamente se capacitará al personal involucrado sobre inocuidad alimentaria y buenas prácticas de manufactura -BPM-, efectuando juntamente con la Unidad de Comercialización, ciertas modificaciones en las instalaciones de la planta y corrección de puntos detectados con deficiencias, con el fin de mejorar el proceso de producción y de esta manera obtener un producto apto, con límites microbiológicos aceptables, para su consumo en base a la norma alimentaria establecida. Posteriormente se realizará un segundo muestreo post-intervención, en los mismos puntos detectados, para evaluar el impacto obtenido después de la capacitación y de las modificaciones realizadas dentro de la planta, verificando de esta manera que se cumplan las correcciones según la hipótesis planteada. Por consiguiente, la Unidad de Salud dará seguimiento a dicho estudio, realizando controles periódicos a la Unidad de Comercialización para mantener la calidad microbiológica del yogur permanentemente.

III. ANTECEDENTES

A. Enfermedades transmitidas por alimentos -ETA´s-

1. Generalidades

La enfermedad transmitida por alimentos ha sido definida por la organización mundial de la salud -OMS- como “una enfermedad de carácter infeccioso o tóxico causada por el consumo de alimentos o de agua”, constituyendo actualmente un problema económico y de salud humana muy importante para todos los países del mundo (2,3).

“En la década de los años 90 se llevó a cabo la Conferencia Internacional sobre Nutrición, de la Organización para la Agricultura y Alimentación / Organización Mundial de la Salud -FAO / OMS-, en la que publicaron que cientos de millones de personas de todo el mundo padecen enfermedades transmitidas por alimentos y como consecuencia de ello presentan cambios en su sistema de vida y en sus hábitos alimentarios” (4-6).

Respecto a las industrias alimentarias, los riesgos microbianos fueron considerados de prioridad máxima ya que se calcula que el riesgo de enfermedades por contaminación microbiana de los alimentos es de 100.000 veces mayor que el riesgo de contaminación por pesticidas. Así mismo, en los países menos desarrollados, las consecuencias de las ETA´s son todavía más graves ya que influyen factores como el bajo nivel de educación, escasa higiene ambiental, elevada tasa de natalidad, falta de recursos económicos, que provocan una deficiente nutrición y atención médica, así como síntomas que varían de acuerdo al tipo de contaminación, y la cantidad de alimento contaminado ingerido, siendo los efectos más comunes: vómitos, gastroenteritis, enfermedades diarreicas, partos prematuros y muerte intrauterina (7-9).

2. Epidemiología

La vigilancia de las ETA's es esencial para orientar la recopilación y utilización sistemática de información epidemiológica, planificación de políticas y estrategias de control y prevención, evaluar el impacto de las intervenciones de los programas de inocuidad de alimentos e identificar áreas prioritarias de investigación, particularmente a nivel local (7).

En salud pública y protección del consumidor, según cifras de la OMS se habla de 1,500 millones de casos de diarrea por año en niños menores de 5 años, tres millones de muertes por año en ese mismo grupo de edad y una estimación de cerca del 70% de esos casos, atribuidos a contaminación de los alimentos (10).

La información a este respecto en América Latina y el Caribe es aún incompleta, pero de acuerdo a lo informado por 21 países al Sistema Regional de Información para la Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos -SIRVEETA-, coordinado por la Organización Panamericana de la Salud -OPS-, existe una importancia marcada en los brotes de origen bacteriano tales como *Salmonella* sp, la toxina producida por *Staphylococcus aureus*, que resultan ser los principales agentes causales (10,11).

El INE (Instituto Nacional de Epidemiología) del Ministerio de Salud de Argentina, a través de los boletines epidemiológicos del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica -SI.NA.VE-, informan que durante el año 2002, se registraron en menores de 5 años 516,660 diarreas denunciadas. En mayores de 5 años se registraron 407,140 casos de diarreas (12,13).

De acuerdo a la OMS, se registraron 2,2 millones de muertes por diarrea en todo el mundo y el 70 % de las diarreas son producidas por alimentos contaminados. En este informe también detalla que el 63.3 % de los brotes de ETA's sucedió en el núcleo familiar, pero comprendiendo solamente al 20.2 % de personas del total de afectados. En cambio, el 36.7 % restante de los brotes notificados con información sobre el lugar de ocurrencia,

corresponden a brotes colectivos (comunitarios, comercios e instituciones) que involucran al 79.7 % de los afectados. En un 73.4 % de los brotes se identificó al agente etiológico responsable por medio del laboratorio, el cual fue determinado a través de muestras de alimentos, muestras clínicas o ambas. El 55.3 % de dichos brotes correspondieron a patógenos: *Salmonella* sp y *Escherichia coli* (12,13).

En un estudio publicado en Chile en el 2,002, se han descrito alrededor de 250 agentes causantes de ETA's, entre los que se incluyen bacterias, virus, hongos, parásitos, toxinas y metales. "En Estados Unidos en el mismo año, se estimaron 76 millones de casos anuales de ETA's, que significó 325,000 hospitalizaciones y 5,000 muertes, representando costos significativos en salud" (2,14).

El Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis –INPPAZ – OPS / OMS, según una evaluación realizada indica que la mayoría de las ETA's en Latinoamérica se producen en un 32 % en viviendas, 17 % en comedores, 9 % en escuelas, 8 % en restaurantes, 6 % en hospitales y el 3 % en la calle. En cuanto a los principales productos alimenticios involucrados, están: pescados y mariscos 31 %, carnes en general 23 %, aguas 11 %, aves 6 %, lácteos 6 %, mayonesa 2 % (13).

Por lo tanto la vigilancia de las ETA's es esencial para caracterizar la dinámica epidemiológica; así como para orientar la planificación de políticas y estrategias de control y prevención; al mismo tiempo evalúa el impacto de las intervenciones de los programas de inocuidad y por último identifica áreas prioritarias de investigación, particularmente a nivel local de todos los países involucrados. Todo ello para evitar brotes de ETA's, que se definen como la aparición de dos o más casos de una enfermedad similar en un período breve de tiempo como resultado de la ingestión de un alimento o de agua en común (3,9,14).

3. Infecciones alimentarias

Son las producidas por la ingestión de alimentos y / o agua contaminados con agentes infecciosos específicos tales como bacterias, virus, hongos y parásitos, que a nivel intestinal

pueden multiplicarse o lisarse y producir toxinas, invadiendo la pared intestinal y desde allí alcanzar otros aparatos o sistemas (15).

En términos generales, producen diarreas, vómitos, gastroenteritis e intoxicaciones, siendo la principal causa la inapropiada manipulación o conservación de éstos antes del consumo. Entre las infecciones más conocidas están: a) las endoenterotóxicas producida por *Vibrio cholerae*, b) gastroenteritis por *Escherichia coli*, c) salmonelosis por *Salmonella* sp y d) shigelosis producida por varios serotipos de esta bacteria (16-18).

La OMS, ha publicado una lista en la que se señalan los agentes patógenos que, transmitidos por la leche, pueden originar enfermedades en el hombre. Los más importantes son *Mycobacterium bovis*, microorganismo que puede encontrarse en la leche; *Brucella abortus*, que se localiza en los ganglios linfáticos mamarios, liberándose a través de la leche por períodos de tiempo muy prolongados; *Coxiella burnetti*, rickettsia que provoca la Fiebre Q y que se libera durante meses en la leche de vacas enfermas; *Pseudomonas aeruginosa*, muy resistente a los antibióticos y desinfectantes, presente en la glándula mamaria y que afecta la salud pública en asociación con *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* que provoca enfermedades en el hombre principalmente en recién nacidos, debido a que el aparato urogenital femenino constituye un reservorio y *Listeria monocytogenes*, responsable de las infecciones oportunistas que afectan a personas con inmunodeficiencia, mujeres embarazadas y recién nacidos (18,19).

También existen malestares provocados por los alimentos que no se consideran ETA's, como las alergias, las que no se pueden asociar con los alimentos que la provocan y que son los que han tenido un proceso de fermentación como yogures, quesos, vinos y cerveza (1,18).

Los síntomas y períodos de incubación producidos por infecciones transmitidas por alimentos, en los que se identifica como agente causal a las bacterias, varía según la concentración ingerida del microorganismos o de su toxina, el individuo o grupo expuesto (niños, ancianos, etc); además, debido a causas como el estado inmunológico, nutricional y

edad de cada persona. La clasificación de los síntomas presentados es variado, desde los tradicionales síntomas asociados con las enfermedades gastrointestinales como: náusea, dolor de cabeza, dolor abdominal, diarrea, fiebre; hasta otros síntomas más severos como la deshidratación, pérdida de la conciencia e incluso la muerte (Anexo 1) (17,18,20).

4. Intoxicaciones alimentarias

Son las producidas por la ingestión de toxinas formadas en tejidos de plantas o animales, o de productos metabólicos de microorganismos en los alimentos como la intoxicación estafilocócica, producida por el microorganismo productor de toxina *Staphylococcus aureus*, el cual puede encontrarse en productos cárnicos de res o aves, derivados lácteos, en mezclas de alimentos (ej: arroz con crema, pastel con crema etc.). Por otro lado puede producirse gastroenteritis por la presencia de *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*, cuyas toxinas se pueden encontrar en productos de cereales, leche, arroz, carne de ave, etc. Las enterobacterias, como *E. coli*, que también originan gastroenteritis debido a la producción de toxinas, como *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), las cepas productoras de enterotoxinas termolábiles (TL) o termoestables (TE), y *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), productora de un toxina similar a la toxina shiga “Shiga-like toxin” (SLT), pueden producir un cuadro de colitis hemorrágica (15,17,18,21,22).

También puede haber intoxicación por sustancias químicas que se incorporan a los alimentos de modo accidental, incidental o intencional, desde su producción hasta su consumo. Son de carácter fundamentalmente gastroentérico agudo, con notable y principal sintomatología tóxica, aparece bruscamente después de la absorción de alimentos contaminados con microorganismos. El período de incubación de estas enfermedades es muy corto, se presentan sin fiebre y son de carácter epidémico, es decir, afectan a todos los que probaron el alimento (15,17,18).

No ocurre lo mismo con las infecciones bacterianas. Por ejemplo, dos personas pueden comer un mismo alimento contaminado y sólo una puede enfermarse. Esto, porque todos

los sistemas inmunológicos son distintos, y al haber sufrido una infección anteriormente, se adquiere cierta inmunidad para un segundo episodio (15).

Estas toxinas generalmente no poseen olor ni sabor y son capaces de causar enfermedades al ser éstas liberadas del microorganismo que se encuentra dentro del alimento ingerido. Por otro lado se considera toxi-infección alimentaria -TIA- a una enfermedad con manifestaciones gastrointestinales o neurológicas en un individuo, en donde se logra identificar un alimento o agua contaminada como posible agente de contagio. Los brotes de intoxicación alimentaria implican un determinado número de personas; un origen común y por consiguiente son investigados más intensivamente que los numerosos casos esporádicos que se presentan (3,4,9,14).

Es de conocimiento que los alimentos que con mayor frecuencia están involucrados en brotes de ETA's, son los de origen animal, entre ellos se encuentran: la carne de origen bovino y de aves de corral, la leche, los huevos, y los productos derivados de éstos. Por otro lado, el suministro de alimentos a grupos de personas es la causa más frecuente, como los que son servidos en restaurantes, hospitales, hoteles, etc. Existen varias causas que provocan estos brotes, pero con frecuencia es por la falta o deficiente aplicación de buenas prácticas de manufactura (3,4).

La mayoría de casos reportados por intoxicaciones alimentarias son producidas por bacterias, seguidamente por sustancias químicas, toxinas marinas, parásitos, virus y por último toxinas vegetales (1,16).

5. Otros agentes productores de ETA's

- a. **Agentes físicos:** Los alimentos a lo largo de los procesos de manipulación hasta que llegan al consumidor pueden alterarse por agentes físicos como: pérdida de agua por acción del calor, destrucción de vitaminas de los zumos de frutas por acción de la luz, etc., e incluso por objetos extraños como polvo, piedras, restos de madera, plástico, metales, etc. (23-25).

- b. **Agentes químicos:** Existen también agentes químicos que contaminan los alimentos y que pueden producir las ETA's, poniendo en riesgo la salud de los consumidores, entre ellos se pueden mencionar algunas biotoxinas, plaguicidas, fertilizantes, hormonas y elementos tóxicos como el plomo, mercurio, zinc, cadmio, derivados de hidrocarburo, etc. La sintomatología es muy variada y menos específica como en el caso de los síntomas gastrointestinales de las infecciones bacterianas. En estos casos se pueden presentar síntomas como: parálisis, deterioro de la visión, debilidad en las extremidades, shock, sabores raros, cianosis, confusión, etc. (23-26).

B. Microorganismos indicadores

La presencia de microorganismos no siempre significa peligro en los alimentos o deficiencia en la calidad de los mismos, ya que pueden encontrarse bacterias, mohos y levaduras inocuas, siendo éstas capaces de fermentar alimentos como la leche. Se conoce que un alimento es peligroso cuando haya violado los principios de calidad, para ello se hace necesario realizar análisis microbiológicos de los alimentos para detectar los patógenos y sus toxinas (27-29).

La detección de algunas especies de microorganismos en los alimentos indica la posibilidad de que esos productos contengan patógenos y hasta qué punto se han seguido las buenas prácticas de fabricación durante la elaboración de los mismos (7,30,31).

Existen microorganismos que se utilizan para evaluar la calidad, higiene, limpieza o esterilidad del producto (materia prima, maquinaria, personal operativo, producto en proceso o terminado). La familia Enterobacteriaceae determina a los coliformes como un grupo de microorganismos indicadores de contaminación fecal. Incluyen diversas especies como *Escherichia* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Citrobacter* sp. entre otros. La ausencia de estos microorganismos es indicador de higiene en la preparación de alimentos (27-29).

Para su determinación se utiliza el recuento de bacterias mesófilas, contando el número de colonias que se desarrollan en la placa de agar nutritivo y se cuentan todas aquellas bacterias que crecen en condiciones ambientales. El recuento de bacterias aerobias mesófilas es el más utilizado para evaluar la calidad sanitaria de los alimentos (27-29).

1. *Escherichia coli*

Dentro de sus aspectos generales se puede indicar que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Dentro de sus características morfológicas y bioquímicas más usadas para su identificación se puede mencionar que es un bacilo Gram negativo, no esporulado, aerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos o inmóviles. *Escherichia coli* puede ser diferenciada serológicamente en numerosos serotipos en base a antígenos somáticos O; antígeno capsular o microcapsulares K y a los antígenos flagelares H. Principalmente fermenta la lactosa, por lo que se le llama enterobacteria lactosa fermentativa (30,32,33).

Su hábitat está constituido dentro del tracto intestinal de animales y el hombre; representa la especie bacteriana aerobia más abundante, contribuye a la síntesis de vitaminas, por lo que se ha considerado comensal, excepto algunas cepas que pueden causar enfermedades; así mismo puede encontrarse también en el agua donde se considera como índice de contaminación fecal (31-33).

La forma de transmisión de este microorganismos puede ser por la contaminación de persona a persona, por vía feco-oral, también se asocian alimentos como leche cruda, hamburguesas con carne cruda o poco cocida y otros alimentos, lo cuales se contaminan principalmente por la falta de buenos hábitos de higiene personal. Algunos síntomas que pueden presentar son: diarrea, vómitos, dolor abdominal, fiebre, escalofríos, cefalea (33-35).

Actualmente existen cuatro categorías principales de *E. coli* que producen gastroenteritis en el hombre, las cuales producen diarrea basadas en diferentes propiedades de virulencia determinados por pruebas específicas, como lo son:

- a. Enterotoxigénica (ETEC)
- b. Enteroinvasora (EIEC)
- c. Enteropatógena (EPEC)
- d. Enterohemorrágica (EHEC) (33,34).

Esta última categoría se encuentra el serotipo O157:H7, que produce toxinas conocidas como verotoxinas, su principal reservorio lo constituyen los bovinos. La transmisión al ser humano se verifica sobre todo a través de alimentos contaminados, tales como productos cárnicos crudos, o poco cocidos y leche cruda, entre otros. Representa una de las principales causas de diarrea sanguinolenta conocida comúnmente como colitis hemorrágica. Algunos enfermos pueden presentar complicaciones renales (Síndrome Urémico Hemolítico) y otras manifestaciones de mayor gravedad (33-35).

C. Microorganismos fermentadores de alimentos

El desarrollo histórico de la fermentación data de unos 8,000 años. Desde tiempos inmemoriales, los microorganismos echaron a perder los alimentos y bebidas destinadas al consumo humano, mucho antes de que se reconociera su existencia. Pasado el tiempo y sin saber que sucedía a nivel biológico, las personas aprendieron a fermentar y explotar la acción fermentativa de los microorganismos en la fabricación de alimentos tal como el queso y la cerveza (36).

Una vez conocida la actividad microbiana, los alimentos y bebidas fermentadas constituyen un sector muy extenso e importante de la industria alimenticia y que con el desarrollo de las técnicas de ingeniería genética en un futuro es de esperar que se produzca grandes avances en la calidad y exactitud de la producción microbiológica de alimentos y bebidas (36).

Las fermentaciones acontecen cuando los microorganismos durante sus procesos metabólicos consumen substratos adecuados. Un alimento fermentado es un tipo de

producto alimenticio caracterizado por diversas degradaciones de los carbohidratos. La mayoría de los alimentos fermentados contienen una mezcla compleja de carbohidratos, proteínas, grasas y otros compuestos, que se modifican simultáneamente a través de la acción de diversos microorganismos y enzimas. En las fermentaciones alimentarias específicas se requiere controlar los tipos de microorganismos responsables y las condiciones ambientales necesarias para producir el producto deseado (4,34,36).

Los microorganismos al fermentar los componentes de los alimentos, obtienen energía y se multiplican. A medida que los compuestos se oxidan, disminuyen su energía potencial para el hombre y, de hecho, los compuestos que se oxidan totalmente a productos finales como el dióxido de carbono y el agua no conservan ningún valor energético. Los principales productos finales de las fermentaciones alimentarias controladas suelen ser alcoholes, ácidos orgánicos, aldehídos; es decir, compuestos que sólo están algo más oxidados que sus substratos madre y que, por tanto, retienen todavía gran parte de la energía potencial de los materiales iniciales. Los microorganismos no son únicamente catabólicos, degradando compuestos más complejos, sino que también son anabólicos y sintetizan diversas vitaminas complejas y otros factores de crecimiento (4,34,36).

La mayoría de los alimentos fermentados es producido por la actividad de bacterias ácido lácticas, de hongos, levaduras y en menor medida los mohos. Ambos grupos de organismos comparten un nicho ecológico común, siendo capaces de crecer bajo condiciones de pH bajo y actividad de agua (a_w) reducida, aunque en anaerobiosis sólo prosperarán las bacterias lácticas y las levaduras facultativas. En consecuencia, con frecuencia estos organismos se hayan juntos en los alimentos fermentados (3,4,11).

2. Bacterias ácido lácticas

Desde hace tiempo, los alimentos fermentados han tenido una popularidad positivamente beneficiosa para la salud humana. Una fermentación puede llevarse a cabo por bacterias ácido láctica, cuya actividad se desarrolla en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), y se

manifiesta en la transformación de los azúcares presentes, en ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Se creía que la actividad antimicrobiana de las bacterias ácido lácticas existentes en los alimentos fermentados inhibiría las bacterias intestinales, del mismo modo que inhibía la putrefacción en los alimentos y atribuyó la aparente longevidad de los campesinos búlgaros al hecho de que consumían yogur. Desde entonces han sido formuladas varias reivindicaciones para las bacterias ácido lácticas; tanto así que los cultivos vivos de bacterias ácido lácticas que se consumen incorporados a los alimentos, son denominados “probióticos” (del griego: en favor de la vida) (3,4,36).

Algunos efectos beneficiosos atribuidos a las bacterias ácido lácticas son: el aumento del valor nutritivo de los alimentos, inhibición de patógenos entéricos, disminución de colesterol, actividad contra el cáncer, estimulación del sistema inmune, prevención de diarreas en niños con largos periodos de hospitalización así como en niños desnutridos. Su capacidad inmunomodulatoria es un criterio de selección para procesos probióticos y que se aplican con fines terapéuticos (3,4,11,37).

Así mismo un estudio realizado en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, de Guadalajara, México 2,004, indica que las bacterias ácido lácticas estimulan el sistema inmune de las personas, además de su capacidad para estimular los macrófagos y los linfocitos y también para aumentar las concentraciones de inmunoglobulinas A (IgA) (3,37).

El término bacterias ácido lácticas -BAL- no tiene significación taxonómica alguna, aunque mediante técnicas serológicas y mediante la catalogación del RNA ribosómico de 16S se ha demostrado que desde el punto de vista de su filogenia las BAL están emparentadas, además comparten varias características comunes, entre ellas están: bacilos o cocos Gram positivo; la mayoría son organismos aerotolerantes (que toleran el oxígeno), catalasa negativas y oxidasa negativa. La energía celular procede de la fermentación de carbohidratos para producir principalmente ácido láctico. Estas bacterias con frecuencia se comportan como inhibidoras de otros microorganismos y este comportamiento es la base de su capacidad para mejorar la calidad de conservación y la inocuidad de muchos productos

alimenticios, por lo tanto los factores que coadyuvan en la inhibición microbiana en los alimentos por bacterias ácido lácticas son: pH bajo, ácido orgánicos, peróxido de hidrógeno, etanol, falta de nutrientes y bajo potencial rédox (3,11).

3. Mohos y levaduras

- a. Características: En las fermentaciones los mohos degradan química y físicamente las envolturas y paredes celulares indigestibles. Los mohos son ricos en enzimas degradantes; además éstos al crecer penetran por medio de sus micelios en las estructuras de los alimentos, que les causan alteraciones cambiando el color, textura y sabores desagradables, además los hace más permeables al agua de cocción y a los jugos digestivos humanos. Las levaduras son hongos verdaderos que han adoptado una morfología unicelular, se producen asexualmente por gemación. Con frecuencia muestran necesidades nutritivas complejas, como son las vitaminas y aminoácidos (3,4,38,39).
- b. Factores que favorecen su crecimiento: Los alimentos que contienen ácidos se conservan bien pero éste efecto se pierde cuando hay oxígeno disponible, que permite el crecimiento de los mohos superficiales y la fermentación ulterior de los ácidos, de este modo éstos pueden desarrollarse gradualmente en la superficie de los alimentos afectados. Los mohos invaden rápidamente cualquier sustrato gracias a su eficacia en la diseminación, tienen un crecimiento rápido, además de poseer una rica carga enzimática (4,38).

Ciertas levaduras toleran ambientes moderadamente ácidos liberando productos finales alcalinos procedentes de la degradación de proteínas, como el amoníaco, que neutraliza los ácidos previamente formados y permite el crecimiento de bacterias proteolíticas (degradan proteínas y otros compuestos nitrogenados, originando olores y sabores pútridos) y lipolíticas (atacan grasas, fosfolípidos, generando olores y sabores rancios y a pescado) (4,38).

Caso similar ocurre en la leche, que cuando el ambiente se vuelve tan ácido, los lactobacilos mueren gradualmente y son reemplazados por levaduras y mohos acidotolerantes. Los mohos oxidan el ácido y las levaduras originan productos finales alcalinos durante sus procesos de proteólisis. Ambos tipos de reacciones disminuyen paulatinamente la acidez hasta llegar a un límite, permitiendo que bacterias proteolíticas y lipolíticas alterantes se encuentran con un sustrato apto para su desarrollo, la cual pueden provocar una disminución de la acidez de la leche que puede llegar a ser mas alcalina que la leche cruda original (Anexo 2) (4,38).

- c. Como afectan a los alimentos: La alteración de los alimentos por mohos se debe a las modificaciones que éstos producen durante su desarrollo. Toman del sustrato todos los elementos que les son necesarios para sus procesos vitales, transformándolos gracias a sus múltiples sistemas enzimáticos. Las modificaciones químicas producidas en los alimentos por los mohos se traducen en alteraciones del valor nutritivo o de sus características sensoriales, en dificultades de conservación y otras en enfermedades (micosis, alergias) e intoxicaciones (micotoxinas) (4,38).

Los cambios indeseables producidos por las levaduras que contaminan los alimentos se manifiestan de dos formas:

- i. Debido a la presencia física de levaduras (turbidez o formación de películas en la superficie de los líquidos).
- ii. Otras, más profundas, que es el resultado del metabolismo de las levaduras que pueden provocar manifestación tales como: aumento de pH, aromas particulares, etc. (4,38).

D. Calidad y seguridad de los alimentos

1. Calidad alimentaria

Calidad es el grado de excelencia que posee un producto alimenticio, es decir cuán bueno es para cumplir su finalidad. Un alimento de calidad es el que posee características

organolépticas deseables, valor nutritivo, manipulación higiénica y aspecto. Así mismo a través de características físicas, químicas y biológicas, permitiendo reconocer su calidad, empleando para ello los sentidos del gusto, olfato, vista, oído y tacto (3,11).

La microbiología de alimentos abarca dos campos, salud pública, cuando se usa para proteger al consumidor frente a las enfermedades de origen microbiano; y conservación de alimentos, cuando se emplea en la prevención en las alteraciones de estos productos debidas a los microorganismos. La delimitación de estos dos campos determinan tres situaciones esenciales en microbiología de alimentos:

1. Los alimentos que contienen microorganismos patógenos o niveles altos de toxinas microbianas capaces de causar cuadros clínicos en el consumidor, por lo general no presentan signos de alteración que contraindiquen su consumo (31,40).

2. Generalmente, las medidas que se toman para controlar el crecimiento de agentes patógenos, son las mismas que se emplean para evitar el desarrollo de los microorganismos causantes de la alteración organolépticas del producto.

3. En otros casos, las medidas tomadas para reducir o inhibir el crecimiento de microorganismos alterantes e infecciosos de naturaleza bacteriana y micótica no sanean el alimento, por cuanto las mismas no previenen la presencia de patógenos como virus, protozoos y helmintos, los cuales aunque no se multipliquen en los alimentos pueden conservar su poder infectivo. Aún más, algunas toxinas provenientes de bacterias pueden resistir los tratamientos conducentes a la eliminación de microorganismos alterantes y patógenos y en consecuencia, persistir en los alimentos (31,40).

La international commission on microbiological specifications for foods -ICMSF- ha definido los siguientes criterios microbiológicos para determinar la calidad:

- a. Patrón microbiológico: Especificado en una ley. Es una exigencia legal que debe cumplir los alimentos y que puede ser impuesto por el órgano ejecutivo pertinente.

- b. Especificación microbiológica: Aplicado en el comercio. Condición contractual de aceptación que es aplicada por un comprador que intenta definir la calidad microbiológica de un producto o de un ingrediente.
- c. Pauta microbiológica: Se usa para controlar la aceptabilidad microbiológica de un producto o de un tratamiento (3,7).

En los términos de la microbiología de alimentos, la calidad comprende tres aspectos:

- a. Inocuidad: Es un alimento sano y seguro que está libre de contener niveles de microorganismo o de su toxina que es probable que causen trastornos cuando se consuman.
- b. Aceptabilidad / vida comercial: Un alimento no debe contener niveles de microorganismos suficientes para convertirlo en alterado, desde el punto de vista organoléptico en un tiempo inadmisiblemente corto.
- c. Estabilidad: Un alimento debe ser de calidad constante tanto con respecto a su inocuidad y tiempo de vida comercial para su consumo, ya que los alimentos pueden cambiar de color, textura, sabor, así como de los otros atributos de calidad de valor nutritivo como el aporte de vitaminas, etc. (3,11)

2. Seguridad alimentaria

La finalidad de los criterios microbiológicos para los alimentos es proteger la salud del consumidor mediante el suministro de alimentos sanos, salubres y seguros, así como cumplir los requerimientos de buenas prácticas comerciales. La seguridad alimentaria depende en gran parte de quién manipula los alimentos (3,7).

La cumbre mundial celebrada en Roma de 1996 sobre la alimentación reconoció que existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso a los sistemas alimentarios. Para alcanzar la seguridad alimentaria no basta con aumentar la disponibilidad de los alimentos, es necesario que la producción, el abastecimiento, la

comercialización y la manipulación se realicen en condiciones de higiene para que los alimentos sean inocuos y de calidad a fin de proteger la salud de los consumidores y facilitar su comercio. Es importante re incidir que una consecuencia de la inseguridad alimentaria es la desnutrición; esta es causada no solamente por la falta de suministros básicos suficientes, sino también por el consumo de alimentos elaborados de mala calidad que no proporcionan los niveles apropiados de los macro y micro nutrientes necesarios para mantener una buena salud (10,12).

3. Buenas prácticas de manufactura -BPM-

A finales de la década 1960-1970, la food and drugs administration (EE.UU.) publicó varias normas en forma de “good manufacturing practices -GMPs-” o “buenas prácticas de fabricación -BPFs-, o buenas prácticas de manufactura -BPM-” el cual toman en cuenta los códigos de prácticas higiénicas preparados por el comité de higiene de los alimentos de la comisión del codex alimentarius FAO/OMS, y por lo tanto se llegó a un conjunto de normas para orientar al fabricante sobre alimentos que requieren importar y exportar (Anexo 3) (41).

Las buenas prácticas de fabricación o manufacturación han sido recomendadas por el Codex Alimentarius y además tomadas como normativas para el mercado común del sur -MERCOSUR-. Las BPM son procedimientos de higiene y manipulación, que constituyen los requisitos básicos e indispensables para participar en el mercado. Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación. Es indispensable que estén implementadas previamente, para aplicar posteriormente un sistema de calidad como ISO 90001-2,000, el sistema de conceptos de análisis de riesgos y puntos críticos de control -HACCP-, o un programa de gestión de calidad total -TQM- (41,42).

La aplicación de estas prácticas incluye una serie de técnicas como:

- a. Asegurar el producto contra contaminantes (físicos, químicos y biológicos).

- b. Almacenar según su origen (separados de los productos terminados, como también de sustancias tóxicas de manera de impedir la contaminación cruzada).
- c. En cuanto a la estructura del establecimiento, los equipos y los utensilios para la manipulación de alimentos, deben ser de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores, ni sabores.
- d. Las superficies de trabajo no deben tener hoyos, ni grietas evitando el uso de maderas y productos que puedan corroerse, por lo que se aconseja para ello acero inoxidable (43).

Es importante aclarar que no sólo se deben considerar la forma de elaboración del producto para que sea de calidad, sino también la higiene durante el proceso. Entonces, se requerirá implementar rutinariamente técnicas de:

- a. Limpieza y desinfección, siendo necesario utilizar productos que no tengan olor ya que pueden producir contaminación además de enmascarar otros olores.
- b. El agua utilizada debe ser potable, provista de presión adecuada y a la temperatura necesaria (43).

Toda persona que manipule alimentos debe recibir capacitación sobre “hábitos y manipulación higiénica”. Este entrenamiento es responsabilidad de la empresa debiendo ser adecuado y continuo. Además, debe controlarse el estado de salud y aparición de posibles enfermedades contagiosas entre los manipuladores (43).

Es indispensable el lavado de manos de manera frecuente y minuciosa con un agente de limpieza, con agua potable y con cepillo de uñas. Debe realizarse antes de iniciar el trabajo, así como antes y después de haber hecho uso de los retretes, de haber manipulado material contaminado y todas las veces que las manos se vuelvan un factor contaminante para el deterioro del proceso de los alimentos (43).

El material destinado para el envasado y el empaque deben inspeccionarse siempre con el objetivo de tener la seguridad de que se encuentran en buen estado. Los alimentos

refrigerados o congelados deben tener un transporte equipado y especialmente que cuente con medios para verificar la humedad y la temperatura adecuada, según el tipo de alimento. Así también los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y recibir un tratamiento higiénico similar al que se dé al establecimiento (43).

Todas estas prácticas realizadas correctamente garantizan que las operaciones se han realizado higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Por tanto, todas aquellas empresas y personas que están involucradas en una cadena agroalimentaria, no pueden, ni deben ser ajenas a la implementación de las BPM (43).

4. Conceptos de análisis de riesgos y puntos críticos de control -HACCP-

El concepto de HACCP fue aplicado en el año de 1,965 por Pillsbury & Co. en asociación con la National Aeronautics and Space Administration -NASA- y los US Army Natick Laboratories para garantizar la seguridad alimentaria de los miembros del programa espacial. Posteriormente, en los años ochenta, muchas industrias alimentarias han adoptado este sistema, aunque pueden no designarlas de este modo (11).

HACCP es una herramienta importante hacia la identificación y valoración de los peligros asociados con la manipulación de alimentos y hacia la definición de medidas para el control de los mismos. Este método consiste en la descripción y valoración de los riesgos asociados a todas las fases de la operación de manufactura de alimentos, desde la adquisición de materias primas, hasta la producción, distribución, venta y consumo del producto; además se lleva a cabo la identificación de los puntos críticos de control necesarios para eliminar estos riesgos a la salud; así como del establecimiento de procedimientos de monitorización de dichos puntos críticos de control en las fases determinadas que reporten daño (11).

Todo sistema HACCP es capaz de adaptarse a cambios tales como los progresos en el diseño del equipo o en los procedimientos de elaboración o el desarrollo tecnológico. Es un enfoque documentado verificable para la identificación de los riesgos o peligros, las medidas preventivas y los puntos críticos de control, así mismo para la puesta en práctica de un sistema de vigilancia. Funciona como una herramienta preventiva para asegurar la calidad, y no sólo es un instrumento para controlar la calidad durante el proceso de elaboración sino que se puede utilizar para planear la calidad en los productos nuevos durante su fase de desarrollo (3,8,44).

La aplicación del concepto de análisis de riesgos y puntos críticos de control ha implementado un procedimiento basado en normas para aplicar conocimientos de microbiología alimentaria con el fin de controlar la calidad microbiológica. Identifica y valora peligros asociados con la manipulación de alimentos y define medidas para su control (3,8,44).

También se puede adoptar el mismo sistema con parámetros físicos o químicos que influyan en la inocuidad o en la aceptabilidad de los alimentos. Facilita la inspección por parte de las autoridades fiscalizadoras y fomenta el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos (Anexo 4) (3,8,44).

Para elaborar un programa HACCP plenamente documentado, se puede obtener en siete fases para la verificación de la inocuidad alimentaria. Estos pasos son:

- a. Análisis de riesgos: Es un enfoque sistemático para la identificación de riesgos o peligros, su evaluación y su prevención. Es el proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuales son importantes para la inocuidad de los alimentos y, en consecuencia, se deben tratar en el plan del sistema HACCP. El equipo HACCP elabora una descripción completa del producto y del uso a que se destina y realiza una evaluación detallada de todo el proceso de elaboración para obtener un diagrama de flujo. Éste debe abarcar todas las fases del proceso bajo el control del fabricante, desde antes

de que la materia prima entre en la planta industrial hasta el consumo final del producto (8,10,44).

- b. Identificación de puntos críticos de control -PCC-: Es un enfoque sistemático para la identificación de riesgos o peligros, su evaluación y su control o prevención. Un PCC se define como un sitio, una fase o un procedimiento en los que se puede ejercer cierto grado de control sobre el riesgo microbiano, eliminado o reducido a niveles admisibles. Se aplican a cada una de las fases del proceso de elaboración con un riesgo identificado (Anexo 5) (11,44).
- c. Fijación de los criterios para los PCC: Para cada uno de los PCC identificados, se deben especificar los criterios que indicarán que el proceso de elaboración está bajo control en ese punto. Estos criterios adoptarán la forma de límites críticos (con tolerancias en los casos en los que sean apropiadas) necesarios para conseguir el control de riesgo. Los criterios pueden incluir: parámetros físicos (relación temperatura / tiempo, la humedad, etc.); parámetros químicos (pH en los alimentos fermentados o acidificados, actividad del agua (a_w) en alimentos de humedad intermedia, etc.); así también información sensorial (textura, aspecto u olor); factores de gestión (etiquetado correcto de productos con instrucciones para su uso y manipulación) (8,11,28).
- d. Procedimiento de control de los PCC: La implementación de procedimientos de control para confirmar y registrar que se mantiene el control es decisiva para la aplicación de los criterios a los PCC (8,11).
- e. Registros de las desviaciones de los PCC: Es fundamental contar con un sistema de registro eficaz y preciso. Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP. Se debe definir claramente los procedimientos para su restablecimiento, quién es el responsable de tomar medida y quién es el responsable de registrar la medida adoptada. Además el sistema de documentación y registro deberá ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión (3,11,44).

- f. Conservación de los registros: El programa de HACCP debe estar complementemente documentado y archivado. La documentación debe incluir los pormenores del equipo de HACCP y sus responsabilidades; documentos correspondientes al análisis de riesgos como la descripción del producto y el diagrama de flujo del proceso de elaboración; los pormenores de los CCP, los riesgos relacionados con ellos y los límites críticos; los sistemas de control y la correspondiente medida correctora; los procedimientos para la conservación de los registros y para la comprobación del sistema de HACCP (3,11,44).

- g. Verificación: Es el proceso que consiste en comprobar que un sistema de HACCP esta funcionando eficazmente. Esta es una característica esencial del control de la calidad basado en el HACCP y se utiliza tanto cuando es implementado por primera vez un sistema como para examinar sistemas existentes. La verificación utiliza información suplementaria de la acumulada en el funcionamiento normal del sistema y ésta puede incluir un análisis microbiológico amplio. Para verificar es necesario utilizar métodos de análisis microbiológicos y otros métodos más completos tanto cualitativos como cuantitativos del producto final y del producto que se está elaborando (3,11,44).

E. Conservación de los alimentos

La conservación de alimentos consiste en el conjunto de procedimientos y recursos para preparar y envasar los productos alimenticios, con el fin de guardarlos y consumirlos mucho tiempo después, con el objetivo de evitar que sean atacados por microorganismos que originan la descomposición de los mismos (45).

En relación con la conservación, los alimentos pueden clasificarse en:

- 1. Alimentos perecederos: son aquellos que se descomponen fácilmente, necesitando para su conservación temperaturas de refrigeración o de congelación dependiendo del tipo de alimento, como pueden ser: leche, carnes, huevos, verduras, etc. (45-47).

2. Alimentos semi-perecederos: son aquellos que permanecen exentos de deterioro por mucho tiempo, como papas, nueces y los alimentos enlatados; éstos pueden permanecer a temperatura ambiente.
3. Alimentos no perecederos: son los que no se dañan fácilmente, como harinas, pastas y el azúcar, la cual se pueden almacenar a temperatura ambiente. Por esta razón se necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación para preservar los alimentos en determinado tiempo (46-48).

La alteración de un alimento depende en gran parte de su composición, de condiciones de almacenamiento o conservación, pero la principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Estas alteraciones pueden incluir pérdidas de las características organolépticas (color, sabor, textura) como también del valor nutritivo (11).

La vida útil o vida de almacén de un alimento se define como el tiempo que transcurre desde la fabricación hasta que el producto se deteriora. Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para fabricantes como para distribuidores y consumidores. Es por ello que el hombre utiliza métodos físicos para conservar los alimentos, tales como: el calentamiento, desecación o deshidratación, congelación, refrigeración, pasteurización, aditivos químicos, etc. (45-47).

La OMS, expertos en Nutrición y Sociedades afines en 1995, reportan que aproximadamente el 20% de las frutas y verduras recolectadas se pierden por deterioro microbiano (48).

F. Yogur

1. Historia

Durante siglos, una significativa cantidad de leche se ha consumido en forma de productos lácteos fermentados inmediatamente después de su preparación. Se cree que las

cabras y las ovejas fueron los primeros animales en ser domesticados en el oriente próximo por el año 9,000 a.C. Es probable que sus leches hayan sido las primeras en ser fermentadas, y sólo un tiempo después, entre los años 6,100 y 5,800 a.C. en Turquía o Macedonia, se reporta que la vaca fue domesticada por primera vez. Por lo tanto, éstas leches son en esencia, productos acidificados obtenidos por una fermentación ácido láctica. Su procesamiento cumple el objetivo de prolongar la vida como alimento en forma de producto lácteo acidificado (3,49).

Este alimento milenario que parece tener sus orígenes en las regiones balcánicas y en la Turquía asiática, y su consumo siempre ha estado muy extendido por amplias zonas de Europa, Asia y África. Algunas fuentes históricas señalan que fueron los búlgaros, nómadas de Asia, quienes trajeron el yogur a Europa en la segunda mitad del siglo VII, al establecerse en los Balcanes. El biólogo ruso Ilya Metchnikoff, premio nóbel de medicina en 1908 y uno de los discípulos más eminentes de Pasteur, le dieron popularidad al yogur en Francia, partiendo de la hipótesis de que la longevidad que alcanzaban los habitantes en Bulgaria, Turquía y Armenia podía ser debida al consumo que estos pueblos hacían del yogur (11,49).

2. Definición

Yogur, palabra turca que significa “leche espesa”, es un alimento lácteo fermentado, por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche pasteurizada (50).

3. Procesamiento

Puede ser a partir de leche entera, descremada o parcialmente descremada. Se puede elaborar con leche de vaca, cabra o de oveja. Habitualmente se le puede agregar a la mezcla sólidos adicionales en forma de leche en polvo desgrasada, lactosa, caseinatos de sodio, etc., para producir un contenido de sólidos no grasos aproximado de 10 a 15 por

ciento, que le darán cuerpo y mejorarán la aceptación para el consumidor. Para la elaboración del yogur la leche se pasteuriza de 85 °C a 90 °C durante 15 – 30 minutos. Después se enfría hasta 42 °C – 45 °C, posteriormente se inocula con un 2 por ciento de volumen de un cultivo iniciador (microorganismos que producen fermentación láctica) que está compuesto por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, para proporcionar una concentración inicial de 10^6 UFC/ml, integrado por cantidades aproximadamente iguales de cada uno de los microorganismos. Se homogenizan y se colocan en envases para la fermentación en un período de 2.5 a 3 horas (3,11,51,52).

Durante la incubación, ambas especies crecen de una forma simbiótica. La relación entre los dos microorganismos del cultivo iniciador es una interacción mutua favorable, pero que no son del todo interdependientes. Ambos crecerán por su propia cuenta en la leche y acidificarán más rápidamente el producto cuando se hallan presentes juntos. Es decir *Streptococcus thermophilus* estimula a *Lactobacillus bulgaricus* al liberar al medio ácido fórmico mientras que la actividad proteolítica de *L. bulgaricus* da lugar a la aparición de ciertos aminoácidos libres, particularmente valina, que estimulan el crecimiento de *S. Thermophilus* (3,11,51-53).

Por tanto, la producción de ácido es considerablemente más rápida cuando ambas especies crecen conjuntamente en comparación si lo hicieran independientemente. En cualquier caso, el crecimiento de los microorganismos conlleva a un desarrollo rápido de la acidez, en un tiempo aproximado de 3 horas, formándose un gel firme y el pH alcanza un valor alrededor de 5. Posteriormente el yogur se enfría de 15 °C a 20 °C antes de la adición de frutas y sabores. La vida útil varía generalmente alrededor de 14 a 28 días en refrigeración a 5 °C; además dependerá también de la sanidad de la planta procesadora, la técnica de procesamiento, el tipo de empaque, la temperatura de distribución y el uso de preservantes. Durante este período continúa desarrollándose la acidez aunque muy lentamente, hasta que finalmente el pH se reduce a un valor menor o igual a 4. La concentración final aproximada de las bacterias lácticas en el yogur debe ser de $10^7 - 10^8$ UFC/ml (3,11,51-53).

El yogur puede someterse a un tratamiento térmico (pasteurización) tras la incubación, con el fin de destruir los lactobacilos y estreptococos; previniéndose el desarrollo adicional de acidez. Sin embargo, esto hace que se pierdan una de sus propiedades más apreciadas que es el tener bacterias ácido lácticas vivas que serán viables, activas y abundantes en el yogur hasta la fecha de duración mínima para su consumo; sin embargo éstas son beneficiosas para el tracto gastrointestinal. De forma similar si pueden estar presentes coliformes en niveles bajos que desaparecerán rápidamente del producto, debido al pH obtenido (3,11,51-53).

4. Tipos de yogur

En la actualidad es muy cuidadosa la fabricación de yogur, lo que ha hecho que junto a la gran variedad de sabores se alcance una gran popularidad; además de disponer de yogures en diferentes estilos, con o sin sabores agregados tenemos:

- a. Yogur natural: Es el yogur obtenido a partir de leche pasteurizada, leche entera pasteurizada, leche total o parcialmente desnatada pasteurizada; no posee ninguna sustancia saborizante ni colorante natural.
- b. Yogur descremado: Es el yogur obtenido a partir de leche descremada.
- c. Yogur aromatizado: Es el yogur natural o descremado, al que es adicionado de sustancias aromatizantes y colorantes naturales.
- d. Yogur con fruta: Es el yogur aromatizado al cual se ha incorporado fruta fresca en trozos o fruta elaborada como por ejemplo pulpa, jugo, néctar, jalea o mermelada (11,51,54).

5. Características organolépticas

El examen cuidadoso del producto terminado es la base de la consistencia en calidad. Los alimentos como el yogur deben mantener un aspecto, sabor, olor y textura, así como su valor nutritivo original. Entre las características organolépticas se encuentran:

- a. Sabor: El yogur tendrá el sabor característico para cada forma de presentación y estará libre de sabor excesivamente ácido por sobremaduración, sabor amargo o cualquier sabor extraño.
- b. Olor: El producto deberá tener el olor característico para cada forma de presentación y estará libre de cualquier olor extraño.
- c. Color: El yogur natural y el yogur descremado deberán tener color blanco o ligeramente amarillento; los otros productos deberán tener el color característico para cada forma de presentación.
- d. Aspecto: El producto natural, el descremado y el aromatizado, deberán tener aspecto de consistencia uniforme, libre de grumos y / o burbujas, además de suero separado. El producto con fruta deberá tener aspecto característico con la fruta uniformemente incorporada. En general su consistencia debe ser bastante compacta, pero no gelatinoso, con textura suave y fina, sin grumos (51,54).

6. Microorganismos alterantes del yogur

Los yogures pueden ser alterados por organismos que toleran la acidez (pH habitualmente 3.8 – 4.2) como levaduras y mohos. Entre las levaduras está la especie *Kluyverimyces fragilis*, fermentadora de la lactosa y galactosa, *Saccharomyces cerevisiae* que fermenta la glucosa y lactosa provenientes de la fruta y leche en el yogur. Entre los mohos están *Mucor* sp, *Rhizopus* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp y *Alternaria* sp, que son productores de metabolitos tóxicos, conocidos como micotoxinas, en los alimentos. Estos microorganismos producen una gran cantidad de pequeñas esporas no humedecibles que son resistentes al daño de la desecación y de la luz, son dispersados por el aire y de esta manera son transmitidos a los alimentos (3).

7. Beneficios para la salud

Gracias a las bacterias lácticas vivas y activas, el yogur puede ser consumido por personas que no toleran la leche por no poder digerir la lactosa. El yogur tiene un intenso

efecto inhibitor sobre el crecimiento de bacterias coliformes en el estómago y en el duodeno de adultos y lactantes, además sintetizan vitaminas del complejo B, vitamina K, A y C. Dado que el yogur se compone esencialmente de leche, transforma la lactosa en ácido láctico la cual permite la asimilación de sales minerales contenidos en el yogur como el calcio, fósforo, magnesio y potasio. Después del huevo, el yogur es el alimento con la proporción de aminoácidos más equilibrada con relación a los requerimientos de nuestro cuerpo (3,49,52).

El yogur está indicado en aquellos casos en que la microbiota intestinal ha sufrido daño, por ejemplo por consumo de antibióticos, o en personas con ciertos desórdenes digestivos, ayuda a disminuir el colesterol en la sangre y resulta eficaz frente a trastornos como úlceras, colitis e insomnio, etc. (49,52).

G. Normas alimentarias

La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- fué creada el 5 de mayo de 1962 por decreto número 1523 del congreso de la república, modificado por el decreto 23-87 del 25 de mayo de 1987. A la fecha se han publicado 694 normas, de las cuales el 92% son de carácter obligatorio y el 8% de carácter voluntario. Esto incluye normas de especificaciones, métodos de ensayo, muestreo, terminología y otras áreas, en los campos de alimentos, medicamentos, plaguicidas, materiales de construcción, productos del petróleo, etc. (Anexo 6) (55).

Las normas obligatorias, que se identifican con las siglas NGO, se relacionan con pesos y medidas, alimentos, medicinas, materiales de construcción y, en general a todo lo relativo a la conservación de la seguridad y la vida. Las normas recomendadas, identificadas con las siglas NGR, son las que se relacionan con bienes o servicios no contemplados por las normas obligatorias (55).

Según la norma COGUANOR NGO 34 040:97, la leche de vaca sin pasteurizar deberá presentar aspecto normal, limpia y libre de calostro, preservantes no permitidos en

la presente norma, antibióticos, colorantes y materias extrañas y sabores y olores objetables o extraños. Y esta leche se obtendrá de vacas sanas, libres de toda enfermedad infecto-contagiosa (56).

La norma COGUANOR NGO 34 039, corresponde al etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano; ésta tiene por objeto establecer requisitos mínimos que deben cumplir los productos alimenticios envasados para consumo humano, producidos en el país (57).

Las comisión del Códex Alimentarius fue creado en 1962, es un programa conjunto sobre normas alimentarias internacionales de dos organizaciones: la Organización para la Agricultura y Alimentación -FAO-, y la Organización Mundial de la Salud -OMS-. Este programa fue el resultado directo de los crecientes conflictos entre los requisitos de la legislación alimentaria y las necesidades generales de los principales mercados mundiales de alimentos. Su objetivo primordial es proteger la salud de los consumidores mediante la mejora de la calidad e inocuidad de los alimentos y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos. Su principal tarea es la formulación de normas alimentarias que incluyan todos los alimentos principales como, procesados, semiprocesados o crudos, en la forma en que llega al consumidor. Las directrices del Códex se refieren a los aspectos de higiene y a las propiedades nutricionales. Además comprende códigos de prácticas, como en la mayoría, son códigos de prácticas de higiene en los que se ofrece orientación sobre la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo (10,12).

Las normas Códex y los códigos de prácticas sirven como base para la evaluación de sistemas de control alimentario, cubren diversos aspectos del control de alimentos, como la composición, el etiquetado, los aditivos y la higiene. Según CODEX STAN A-11(B) para el etiquetado de productos alimenticios se deberá aplicar disposiciones específicas como: denominación del alimento, lista de ingredientes, contenido neto, nombre y dirección del fabricante, país de origen (fabricación), marcado de la fecha de producción y fecha de vencimiento, identificación del lote. Estas normas son ampliamente apoyadas por la Organización Mundial del Comercio -OMC-, a través

del acuerdo sobre aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias -MSF- que las propicia como base para toda norma nacional (7,10,12,58,59).

No existen límites microbiológicos para el yogur en normas COGUANOR, pero según las normas Códex Alimentarius CX/NEA 03/16 los límites microbiológicos máximos para el yogur son: mohos y levaduras 10^3 gr / ml, coliformes 10^2 gr / ml, *Escherichia coli* 0 gr / ml (60).

Según la norma española, los microorganismos productores de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en el producto terminado en cantidad mínima de 1×10^7 colonias por gr o ml. La tolerancia microbiológica para el yogur con frutas son: enterobacterias lactosa positivo 10^2 colonias por ml y *Escherichia coli* 10 colonias por ml (50).

Las normas consultivas relativas a la calidad microbiológica han indicado que los yogures para que sean satisfactorios deben contener 10^8 UFC / gr de microorganismos del cultivo iniciador, coliformes menor de 1 UFC / gr, mohos menor de 1 UFC / gr, y 10 UFC / gr de levaduras (es posible que los yogures que contienen frutas contengan hasta 100 levaduras /gr y sigan siendo de calidad satisfactoria) (3).

H. Método de análisis microbiológico

Para evaluar la calidad microbiológica de alimentos procesados como el yogur se pueden utilizar métodos específicos como la técnica de conteo en placas Petrifilm 3 M, entre otros, para la determinación y cuantificación de coliformes, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Las placas Petrifilm se han convertido en el estándar para el muestreo de alimentos ya que entregan resultados confiables de técnico a técnico, de turno a turno, y planta a planta. Además las placas Petrifilm son métodos oficiales aprobadas por la Asociación Española de Normas -AENOR-, en los que se pueden confiar para la entrega consistente de resultados precisos y reproducibles (61).

La técnica de evaluación microbiológica Petrifilm, se utiliza por medio de placas impregnadas con medio deshidratado, el cual es diferencial para los microorganismos que se deseen evaluar microbiológicamente y en cualquier alimento como lácteos, cárnicos, harinas, especias deshidratadas, frutas, vegetales, etc. (27,39,62).

Las placas Petrifilm son una familia de placas listas para usar, están diseñadas para ofrecer ahorros de tiempo, incrementa la reproductividad de las empresas, confiabilidad y sobre todo, mejorar la eficiencia de las operaciones de una industria. Es un método estandarizado, elimina los errores personales u operaciones en la elaboración de medios de cultivo (27,39,61,62).

Estas placas ahorran tiempo de mano de obra al reducir las pruebas microbiológicas a tres pasos:

- a. Al inocular, las muestras se inoculan fácilmente.
- b. Al incubar, se minimiza el uso de incubadora con el diseño de ahorro de espacio.
- c. Contar el diseño con cuadrícula, hace el conteo de colonias rápido y fácil de determinar (61,62).

1. Determinación de coliformes y *Escherichia coli*

Las placas petrifilm para recuento de *E. coli* y coliformes, están diseñadas para identificar tanto *E. coli* como coliformes, con una fácil prueba como esta se obtendrán resultados confirmados en solo 24 horas. Es fácil su conteo, ya que un indicador rojo provee un mejor contraste, y la lámina superior atrapa el gas producido por los coliformes en forma de burbujas. Además un indicador de glucoronidasa forma un precipitado azul alrededor de todas las colonias de *E. coli*. Las colonias confirmadas de coliformes son rojas y se encuentran asociadas a burbujas de gas. Las colonias confirmadas de *E. coli* son rojo azuladas y/o azules asociadas a burbujas de gas. Se reportan como método de cuantificación en unidades formadoras de colonias / gramo o mililitro (27,39,61,62).

2. Cuantificación de mohos y levaduras

Es fácil contar las colonias de levaduras y de mohos utilizando dichas placas. En presencia de la enzima fosfatasa que la poseen todas las células viviente, el indicador se activa y tiñe las colonias de mohos y levadura de color azul. Para diferenciar las colonias de levaduras y de mohos en las placas petrifilm, se debe buscar las siguientes características típicas del cultivo:

Levaduras: colonias pequeñas, con bordes definidos de color rosado oscuro a verde-azul, usualmente aparece sin centro.

Mohos: colonias grandes, planas, con bordes difusos, color variable (puede producir su pigmento propio, usualmente presenta un núcleo central. Se reportan como método de cuantificación en unidades formadoras de colonias / mililitro (27,39,61,62).

IV. JUSTIFICACIÓN

Para que un producto alimenticio sea comercializado dentro y fuera de la Universidad de San Carlos de Guatemala debe cumplir con normas alimentarias nacionales y/o internacionales como COGUANOR, Codex alimentarius, etc. Este aspecto no ha sido establecido ni estandarizado en la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, ya que produce y comercializa productos lácteos como el yogur, queso, crema, etc., y no cumplen con ninguna norma, además de ser consumidos por trabajadores, docentes y estudiantes de la universidad. Esto puede ocasionar un alto riesgo a la salud de los mismos.

Durante todo el proceso de producción del yogur en dicha unidad, se han detectado fallas como deficiencias en las buenas prácticas de manufactura -BPM-, carencia de control de calidad, ausencia total de un etiquetado que indique información nutricional y el tiempo de vida de anaquel del producto final. Por lo expuesto anteriormente, es necesario evaluar la calidad microbiológica de la línea de producción y del producto terminado, estableciendo el contenido de mohos y levaduras así como el de coliformes y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación. También se considera necesario realizar un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control -HACCP- para mejorar la calidad y producir yogures seguros e inocuos, aptos para su consumo.

El aporte de este trabajo radicará en efectuar esos análisis de modo que la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia mejore y pueda elaborar productos higiénicos y aptos para el consumo humano, en base a normas aprobadas y límites microbiológicos aceptados.

V. OBJETIVOS

A. General

1. Evaluar la calidad microbiológica de yogur artesanal elaborado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para mejorar la misma y ser apto para el consumo humano.

B. Específicos

1. Determinar, a través de análisis microbiológicos, la presencia de coliformes, *Escherichia coli*, mohos y levaduras en las diferentes etapas de producción del yogur artesanal que se produce en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC.

2. Determinar los puntos críticos de corrección en la producción de yogur artesanal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, a través de la aplicación de la Herramienta de Conceptos de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control -HACCP-, con el fin de mejorar la calidad del producto .

3. Capacitar a operarios encargados de la elaboración de yogur artesanal, sobre buenas prácticas de manufactura -BPM-, para mejorar la producción del mismo.

VI. HIPÓTESIS

Los recuentos microbiológicos del muestreo post-intervención del yogur artesanal disminuirán en un 95 por ciento con respecto al muestreo pre-intervención, y estarán dentro de los límites máximos permitidos según la norma Codex Alimentarius CX / NEA 03 / 16.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo de trabajo

Yogurt artesanal producido en la Unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

B. Muestra

Dos lotes de yogur artesanal; comprendiendo un total de 28 muestras de las cuales, 14 muestras se recolectaron en fase pre-intervención y 14 en la fase post-intervención.

C. Recursos

1. Humano

- a. Tesista: María Mercedes Echeverría Pérez
- b. Asesora: Licda. Brenda López de Quevedo

2. Institucionales

- a. Sección de Control de Microbiología de Alimentos de la Unidad de Salud-Laboratorio Clínico Bienestar Estudiantil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 3er nivel.
- b. Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

3. Recursos materiales

- a. Equipo
 - i Incubadora a 35 ± 1 °C
 - ii Campana bacteriológica
 - iii Balanza analítica
 - iv Cámara de Québec
 - v Refrigeradora
 - vi Mechero
- b. Materiales
 - i Placas petrifilm 3M
 - ii Pipetas de 1 ml y 10 ml estériles

- iii Puntas descartables
- iv Pipeteadores automáticos
- v Frascos masson estériles
- vi Frascos de 90 mililitros
- vii Probetas
- c. Reactivos
 - i Agua peptonada al 0.1 % estéril

D. Metodología

1. Se obtuvo la debida autorización por parte de la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, para realizar la investigación y evaluar la calidad microbiológica del yogur, para dejar implementado las mejoras necesarias en el proceso correcto de elaboración de yogur.
2. Se visitó la Unidad de Comercialización para conocer el proceso de elaboración del yogur, elaborando al mismo tiempo el diagrama de flujo e identificar por medio de él los puntos críticos -PC- y puntos críticos de control -PCC-, basados según el sistema -HACCP- para ser corregidos y mejorar dicho proceso.
3. Para el muestreo se realizaron dos visitas pre-intervención y dos visitas pos-intervención, con un intervalo de tiempo entre muestreos de 3 semanas.
4. Fase pre-intervención
 - a. Se realizaron dos muestreos aleatorios de todo el proceso de elaboración (desde materia prima hasta producto final) del yogur producido sin medidas correctivas. Se recolectaron en base a cada punto crítico y punto crítico de control detectados (14 muestras), (anexo 7).
5. Análisis experimental
 - a. Se hizo un análisis organoléptico del producto final del yogur en sus tres presentaciones (natural, con saborizante y con fruta).

- i. Se midió el pH con papel indicador del producto terminado entre 4.0 a 5.0.
 - ii. La consistencia del producto terminado fue bastante compacta, con textura suave y fina).
 - iii. El olor determinado del producto terminado fue característico a cada forma de presentación.
 - iv. El sabor dependió según su presentación: natural (sin azúcar), con saborizante, o con trozos de fruta (anexo 8).
- b. Análisis microbiológico del yogur (procesamiento de las muestras)
- i. Se hizo una determinación de coliformes, *Escherichia coli*, mohos y levaduras, utilizando placas de Petrifilm secos 3M; para ellos se siguieron los siguientes pasos según la técnica aplicada en dichas placas (anexo 9 y 10).
 - Se midieron 10 mililitros de muestra.
 - Se agregaron 90 mililitros de agua peptonada al 0.1 %, como diluyente, al frasco Masson (dilución 1:10).
 - Se mezcló y homogenizó la muestra por dos minutos manualmente.
 - Se colocó la placa petrifilm en una superficie plana, levantando el film superior para inocular la muestra.
 - Se colocó 1 mililitro de muestra de la dilución 1:10 en el centro del film interior con una pipeta estéril perpendicular a la placa petrifilm.
 - Se bajó el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.
 - Sujetando el aplicador por la barra soporte, se colocó sobre la placa petrifilm con la muestra cuidando de no girarlo ni deslizarlo.
 - Se ejerció una presión sobre el aplicador para homogenizar el inóculo sobre el área circular. (Paso únicamente para mohos y levaduras).
 - Se esperó un minuto a que solidificara el gel.
 - Se incubaron las placas, cara arriba, a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 72 horas para placas de mohos y levaduras y 24 horas para coliformes y *E. coli*.
 - Se realizó la lectura de las placas en cámara de Québec.

6. Posteriormente a los resultados obtenidos se aplicaron acciones correctivas al proceso de elaboración del yogur y se capacitó al personal involucrado sobre Inocuidad Alimentaria y Buenas Prácticas de Manufactura, también el proceso correcto de elaboración del yogur. Además se propuso un etiquetado que identifique el yogur como un producto de confianza para su consumo (anexo 13).

7. Fase post-intervención

a. Se realizaron dos muestreos aleatorios de todo el proceso de elaboración (desde materia prima hasta producto final) del yogur producido, posterior a la capacitación y a las acciones correctivas. Recolectado en base a cada punto crítico y punto crítico de control detectados (14 muestras), (anexo 7). Se analizaron en las mismas condiciones y metodología con la que fue realizado el muestreo pre-intervención, para evitar alteraciones en los resultados.

8. Se reportó y se hizo constar a través de un certificado de calidad extendido por el Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos de la Unidad de Salud, de Bienestar Estudiantil Universitario, en evidencia de las mejoras practicadas a dicho producto.

E. Diseño Estadístico

1. Muestreo y diseño de muestreo

Se hizo un muestreo por conveniencia con un número de 14 muestras en base al diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur en la fase pre-intervención y 14 muestras en la fase pos-intervención, tomados de un lote producido.

2. Análisis de resultados

Se realizó un análisis descriptivo del primero y segundo muestreos del control microbiológico del yogur, interpretando los resultados obtenidos por medio de tablas. En ellas se incluyen los puntos críticos y puntos críticos de control, comparando el muestreo pre-intervención con el post-intervención, en base a medidas correctivas aplicadas, además de gráficos que muestran el resultado del producto final del yogur en sus tres presentaciones.

VIII. RESULTADOS

El trabajo de investigación se dividió en tres fases: la primera consistió en visitas realizadas a las instalaciones de la planta en la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde se produce el yogur. Se observó el proceso de elaboración del yogur y otros derivados lácteos, estructurando un diagrama de flujo del yogur, desde la materia prima hasta el producto final. Con ello se evaluó el grado de conocimiento y la aplicación de buenas prácticas de manufactura -BPM- del operario. El resultado obtenido y en base al diagrama de flujo, se pudo elaborar un Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control -HACCP-, obteniendo de ello, diez puntos críticos -PC- y cuatro puntos críticos de control -PCC-, con la finalidad de realizar en cada punto un análisis microbiológico. Además se determinó en qué aspectos necesitaba el operario capacitarse y con ello aplicar técnicas de buenas prácticas de manufactura para la elaboración del yogur; entre ellos se encontró: control de calidad, mejoramiento en la técnica de lavado de manos, condiciones de una adecuada manipulación de la materia prima, procedimiento operativo en limpieza y desinfección del área y utensilios, higiene personal, control de temperaturas, etc., (anexo 7).

La segunda fase consistió en un muestreo pre-intervención con catorce muestras recolectadas de un lote producido, según el diagrama de flujo elaborado del proceso del yogur, de un lote determinado, incluyendo producto final en sus tres presentaciones; en la cual dicho diagrama ayudó a llevar una secuencia correcta de cada paso en todo el proceso de elaboración del yogur. El análisis experimental del muestreo comprendió dos análisis: la evaluación de características organolépticas del yogur en producto final en sus tres presentaciones (natural, con saborizante y con fruta): medición del pH, consistencia, olor y sabor. De esto se puede observar que el pH aún no ha llegado al valor permitido de acidez teóricamente (menor o igual a 4.5), aunque la consistencia, olor y sabor, sí posean las características deseables, demostrado en el anexo 8; así como la determinación de la calidad mediante análisis microbiológicos.

Según los resultados del análisis microbiológico obtenidos del muestreo pre-intervención y post-intervención del yogur como producto final en sus tres presentaciones, según norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16, se observó que en el muestreo pre-intervención los recuentos microbiológicos de mohos y levaduras es menor a 1,000 UFC/ml, coliformes mayores a 100 UFC/ml y *Escherichia coli* mayor a 0 UFC/ ml, demostrado en el anexo 9.

Los resultados del análisis microbiológico obtenidos del muestreo pre y post-intervención de cada punto crítico y punto crítico de control según el diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur desde materia prima se muestran en el anexo 10.

Dentro de ésta fase, posterior al muestreo pre-intervención se capacitó al operario encargado de la elaboración del yogur junto a otros operarios de áreas distintas, sobre “Manipulación Higiénica de Alimentos y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-”, llevándose a cabo en las instalaciones de la Unidad de Comercialización; dicha capacitación fue teórica-práctica.

En la teórica se utilizaron técnicas audiovisuales para una mejor captación y comprensión del contenido, desarrollando temas como: buenas prácticas de manufactura, tipos y fuentes de contaminación, inocuidad de los alimentos, higiene personal, técnica de lavado de manos, limpieza y desinfección de áreas de procesado, control de temperaturas, elaboración de productos lácteos, etc.; la parte práctica se realizó en el área de producción, realizando antes de todo mejoras a las instalaciones como: sellado de las ventanas con plástico y una cortina de plástico en la puerta de entrada al área de procesado, el uso de pediluvio (balde con solución desinfectante de botas, donde el operador debe pasar y lavarse las botas para desinfectarlas con la solución antes de entrar a la planta de procesado), identificación de áreas y estantes para el almacenamiento correcto de materia prima, área de producto elaborado, control de temperatura de refrigeración, y el uso de utensilios de acero inoxidable; todo esto para crear un ambiente higiénico cumpliendo con las normas de calidad; además se enfatizó la higiene personal la vestimenta correcta y la responsabilidad como manipulador de alimentos.

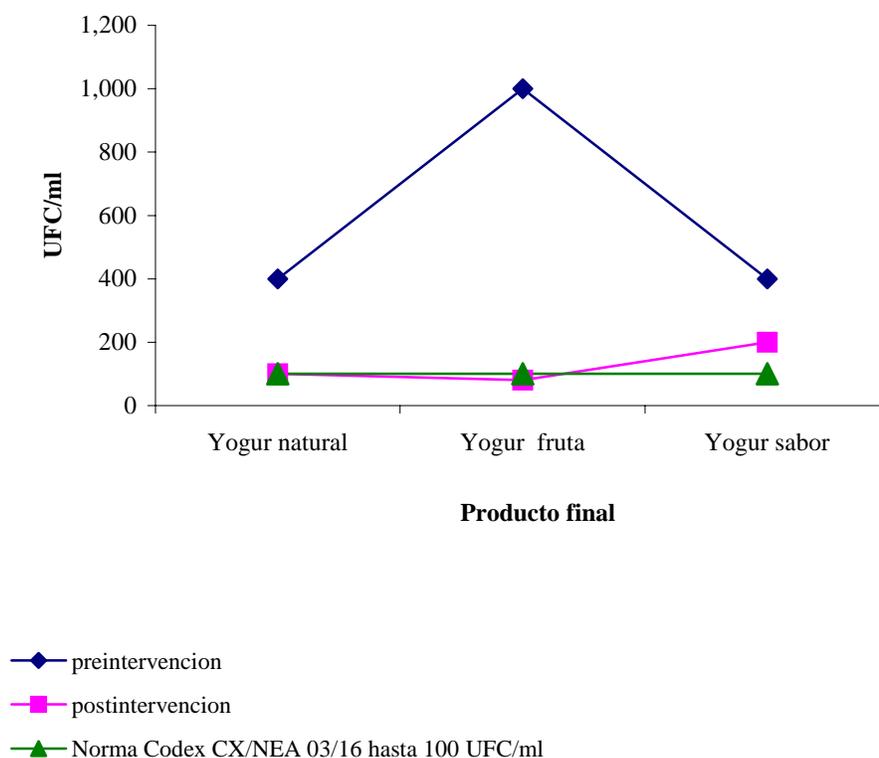
Seguidamente se aplicó la correcta limpieza y desinfección del área de trabajo y de utensilios utilizados en todo el proceso de elaboración, también la correcta técnica de lavado de manos, etc. Posteriormente se procedió a la elaboración del yogur y otros productos lácteos, complementando así la parte teórica y verificando que los errores prácticos fueran superados a través de la aplicación correcta de las -BPM-.

En la tercera fase se realizó un muestreo post- intervención, con las acciones correctivas realizadas en todo el proceso. En éste muestreo se aplicó como innovación la pasteurización comprobado por tesis previa a ésta (Jerez, 2006), realizada en la Unidad de Salud de Bienestar Estudiantil. Ésta es una pasteurización rápida de 82 °C durante 4 minutos, seguidamente de un shock térmico en un recipiente de acero inoxidable debidamente desinfectado, con agua de hielo, bajando la temperatura de 4 a 6 °C para lograr la muerte drástica de bacterias contaminantes en el yogur, demostrando con esto una disminución significativa de los recuentos microbiológicos con respecto al muestreo pre-intervención como se muestra en el anexo 9. En cuanto a las características organolépticas del producto final en sus tres presentaciones de éste muestreo se observa la disminución en el pH con respecto al muestreo pre-intervención, como se observa en el anexo 8.

Así mismo en el muestreo post-intervención del yogur artesanal como producto final en sus tres presentaciones se obtuvo en su mayoría recuentos microbiológicos dentro de los límites máximos permitidos en base a la misma norma Codex Alimentarius de: coliformes, menor o igual a 100 UFC/ml a excepción del yogur con saborizante que está fuera del límite máximo permitido (200 UFC/ml); *Escherichia coli* 0 UFC/ ml; mohos y levaduras menor a 1,000 UFC/ml, demostrados en el anexo 9. Así también el pasteurizado de la leche es uno de los puntos críticos de control en el proceso de elaboración del yogur, el resultado obtenido del análisis microbiológico fue de 0 UFC/ml en todos los microorganismos a identificar; de esta manera se logró mantener resultados dentro de los límites microbiológicos permitidos en los siguientes pasos del proceso de elaboración del yogur, demostrado en el anexo 9 y 10.

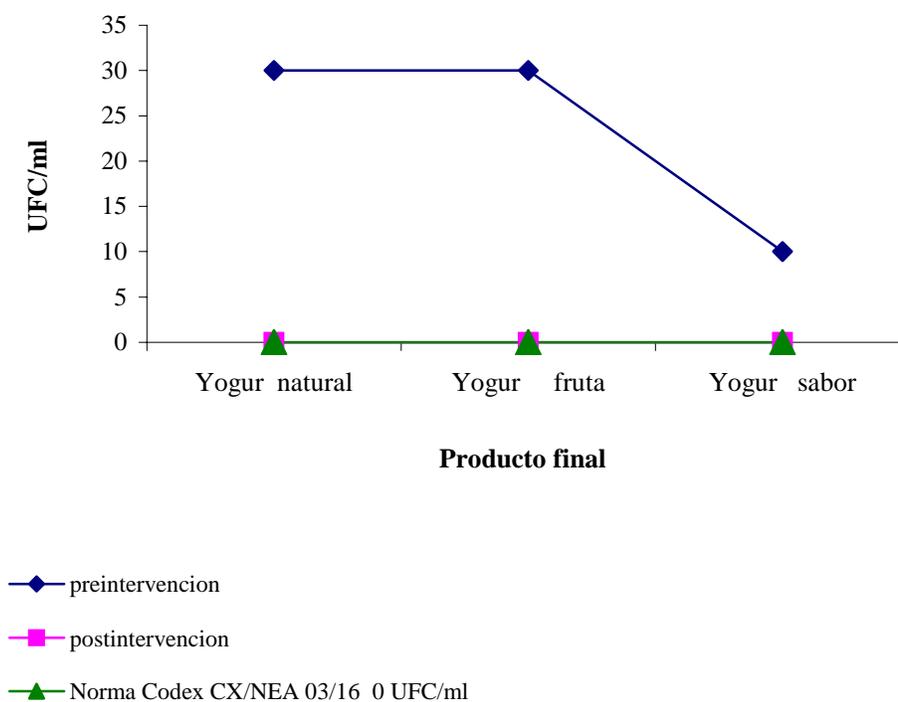
En la gráfica 1 se muestra la disminución del recuento de coliformes en el producto final de las tres variedades de yogur, del muestreo post-intervención con respecto al muestreo preintervención, analizados en base a la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16 demostrando que el muestreo post-intervención en yogur natural y con fruta están dentro de los límites máximos permitidos, a excepción de yogur con saborizante que está fuera del límite. Esto indica que es necesario capacitar continuamente al personal, aplicando permanentemente las BPM para lograr un producto de mejor calidad.

Gráfica 1. Recuento de coliformes en producto final de yogur artesanal pre y post intervención (N= 28)



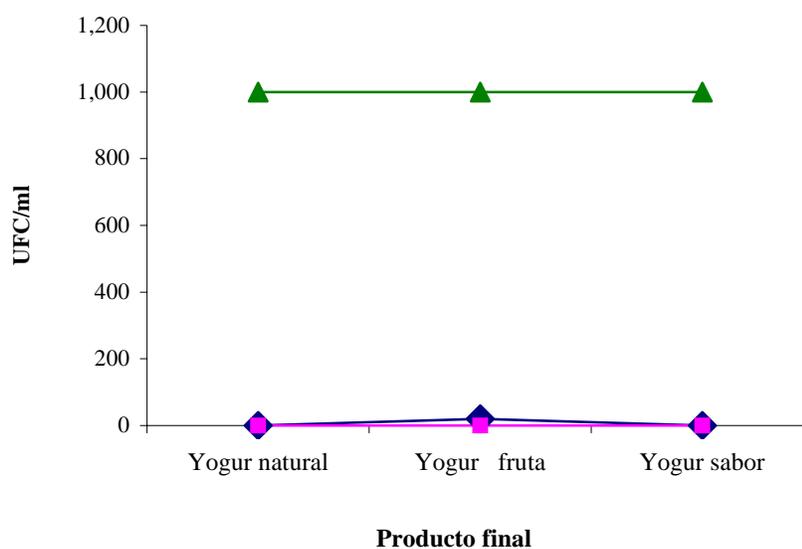
En la gráfica 2 se muestra la disminución del recuento de *E. coli* en el producto final de las tres variedades de yogur, al comparar el muestreo post-intervención respecto al muestreo preintervención, analizados en base a la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16 demostrando que el muestreo post-intervención está dentro de los límites máximos permitidos. Esto radica que la higiene personal y el proceso de limpieza y desinfección son puntos claves muy importantes para obtener un producto de calidad, al observarse el producto final del yogur en sus tres presentaciones del muestreo post-intervención que no hay presencia de *E. coli*.

Gráfica 2. Recuento de *Escherichia coli* en producto final de yogur artesanal pre y post intervención (N= 28)



En la gráfica 3 se muestra la disminución del recuento de mohos en el producto final de las tres variedades de yogur, del muestreo post-intervención con respecto al muestreo preintervención, analizados en base a la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16, demostrando que en el muestreo post-intervención se logró disminuir aún más los recuentos de mohos en el producto final del yogur al evitar corrientes de aire con partículas contaminantes a la planta y el contacto de la materia prima con otros productos. Ambos muestreos está dentro de los límites máximos permitidos en sus tres presentaciones.

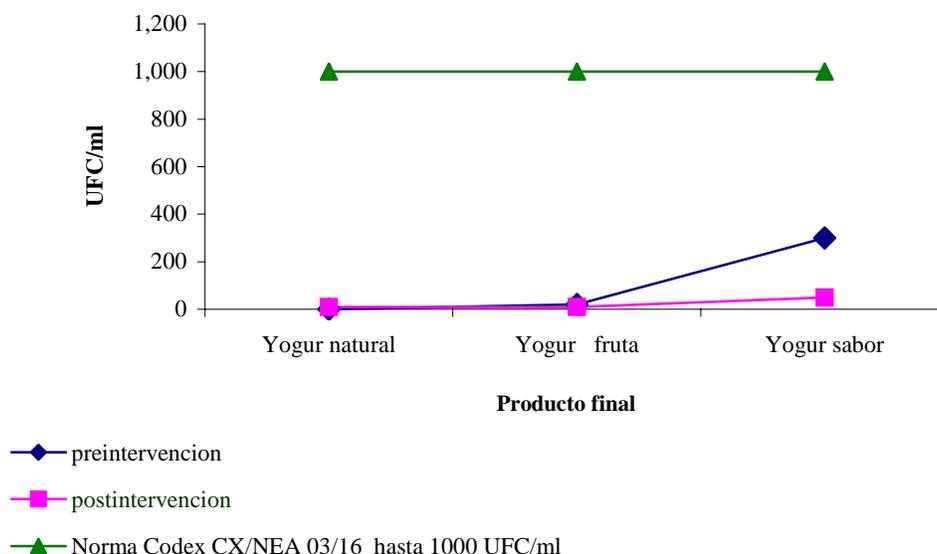
Gráfica 3. Recuento de mohos en producto final de yogur artesanal pre y post intervención (N= 28)



- ◆ preintervencion
- postintervencion
- ▲ Norma Codex CX/NEA 03/16 hasta 1000 UFC/ml

En la gráfica 4 se muestra la disminución del recuento de levaduras en el producto final de las tres variedades de yogur, del muestreo post-intervención con respecto al muestreo preintervención, analizados en base a la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16 demostrando que en el muestreo post-intervención se logró disminuir aún más los recuentos de levaduras en el producto final del yogur al evitar corrientes de aire con partículas contaminantes a la planta y el contacto de la materia prima con otros productos. Ambos muestreos está dentro de los límites máximos permitidos en sus tres presentaciones.

Gráfica 4. Recuento de levaduras en producto final pre y post intervención (N=28)



Por último como producto de ésta investigación, se propuso un tipo de etiquetado para el yogur, donde se podrá observar tiempo de vida de anaquel, fecha y lugar de fabricación, temperatura de almacenaje, contenido neto, ingredientes básicos, etc., aplicándolo para sus tres variedades, y así presentar una mejor calidad y confianza al consumidor, basados en la Norma Alimentaria CODEX STAN A-11b mostrado en el anexo 11.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la observación del procedimiento de la elaboración del yogur artesanal en Unidad de Comercialización de la Facultad de Veterinaria, se estructuró un diagrama de flujo donde se analizó un sistema de riesgos y puntos críticos de control -HACCP-, ya que carecían de un programa que les permitiera detectar errores durante el proceso de elaboración del yogur; al mismo tiempo se logró conocer y aplicar parámetros necesarios que se deben enseñar y reforzar en la capacitación del personal.

De los puntos de control -PC- y puntos críticos de control -PCC- detectados en el proceso de elaboración del yogur en sus tres presentaciones en base al sistema de riesgos aplicado al muestreo pre-intervención, demostrados en el anexo 10, tenemos que en la recepción de la leche se observa que los resultados obtenidos del análisis microbiológico presenta ausencia de *Escherichia coli*, mohos y levaduras, encontrándose dentro del límite máximo permitido, esto radica que la materia prima está fresca, pero la presencia de coliformes están por arriba del límite máximo permitido según la norma referida. Este paso es un punto crítico, ya que el contenido microbiológico depende en su totalidad de la manipulación de la leche en el ordeño, el recipiente donde se recolecte, la temperatura, tiempo y tipo de transporte hacia la planta, que fácilmente pueden controlarse llevando para ello un registro práctico que contemple el nombre del operario, fecha, hora de ordeño y recepción de la leche.

Respecto al colado de la leche, aunque no es un punto crítico de control, pero si importante y delicado; éste proceso permite eliminar partículas físicas ajenas a la leche tales como: insectos, grama, polvo, etc. En esta fase puede haber peligro de contaminación por falta de equipo esterilizado, tal como sucedió en este caso, ya que todos los microorganismos a detectar se incrementaron; así como la presencia de *E. coli* de 200 UFC/ml, caso que no existió en la recepción de la leche (< 1 UFC/ml); además hubo incorrecta manipulación de la leche practicada por el operario, ya que poseía uñas largas y sucias, además de tocarse el pelo y limpiarse el sudor con sus dedos.

El calentamiento de la leche a 35 - 36 °C no es un tratamiento térmico, se realiza únicamente para facilitar el descremado de la misma, pero puede observarse en el análisis que es un factor importante que puede favorecer el aumento de la carga microbiana que proviene del paso anterior en el colado de la leche, como se observa en los resultados obtenidos, ya que hay un aumento en niveles significativos de coliformes (>20,000 rafe/ml), y mohos (1,000 UFC/ml), que están fuera de los límites máximos permitidos según norma alimentaria referida. Con esto se concluye que el utensilio empleado y la falta de control de tiempos entre el paso anterior y éste debe hacerse de inmediato para evitar incremento de estos microorganismos.

El descremado de la leche es un punto crítico que puede controlarse a través del operario, ya que los recuentos microbiológicos de *Escherichia coli* (500 UFC/ml) y mohos (>20,000 rafe/ml) aumentaron significativamente, determinándose que el factor contaminante proviene de la descremadora, a la que no se le aplica una adecuada limpieza y desinfección, antes y después de su uso, ya que el equipo cuenta con mas de 50 piezas individuales que necesitan lavarse perfectamente.

Un punto crítico de control es la pasteurización de la leche. Este es un paso muy importante y delicado ya que el proceso de aumentar la temperatura permite eliminar todo tipo de microorganismos contaminantes, sin que se pierdan los componentes naturales nutritivos de la leche. Después de este paso, dependerá de la responsabilidad del operario que el producto no sea contaminado en los siguientes pasos del procesado, y si hay presencia de microorganismos en mínimas cantidades, no permitir que se multipliquen en los siguientes pasos hasta el producto final. De hecho se observa que los niveles microbiológicos del pasteurizado en el muestreo pre-intervención hay presencia de mohos (10 UFC/ml) y levaduras (400 UFC/ml), aunque no están fuera del límite máximo permitido pero si no se controlan con un buen pasteurizado pueden sobrepasar los límites máximos. La presencia de éstos microorganismos es debido a la exposición directa al ambiente, en la cual hay corrientes de aire que arrastran partículas contaminantes e interfieren en los siguientes pasos del proceso de elaboración del yogur, hasta obtener un

producto con recuentos microbiológicos fuera del límite máximo permitido según la norma alimentaria referida, por lo tanto sería un yogur no apto para el consumo humano.

Seguidamente en la leche enfriada hasta 45 °C después del pasteurizado, el cual es otro punto crítico de control, debido a los cambios de temperatura a que es sometido la leche, donde la temperatura debe controlarse correctamente. Se puede apreciar que los resultados obtenidos aún permanecen en los límites microbiológicos permitidos, a excepción de los coliformes aumentaron en mínima cantidad (20 UFC/ml). En el enfriado debe cuidarse que la leche no esté expuesta directamente con el ambiente mientras disminuye la temperatura, para evitar que tenga contacto con fuentes contaminantes como: corrientes de aire, salpicaduras de partículas de leche cruda, suero de los quesos, el agua utilizada en el procesamiento de los productos lácteos, etc. Es probable que el aumento de coliformes se deba a que el operario cada vez que mide la temperatura limpia el termómetro con sus dedos y lo coloca fuera del recipiente que posee la leche pasteurizada, teniendo contacto con el ambiente y con otros utensilios.

En la adición de ingredientes a la leche pasteurizada para el yogur, es otro punto crítico especialmente por el tipo de manipulación de los mismos (leche en polvo, preservante, cultivo iniciador, azúcar y saborizante, si no es natural). A éstos ingredientes no se les realizó un análisis microbiológico porque cumplen con certificaciones que amparan su calidad como producto de consumo humano. El aumento de coliformes (300 UFC/ml) y levaduras (>20,000 rape/ml) observadas en el resultado obtenido dependió completamente del operario en la manipulación incorrecta de estos ingredientes y su almacenaje después de ser abiertos, el tiempo en realizar la mezcla, el consumo de la mezcla, el uso de utensilios mal lavados y desinfectados que sirven para homogenizar los ingredientes en la leche.

El envasado de la mezcla para el yogur, es un punto crítico muy importante porque hay contacto con otro tipo de envase para la fermentación. Se observó un aumento de coliformes de 300 UFC/ml del paso anterior a 400 UFC/ml, debido a que el tipo de envase utilizado no se almacenaba correctamente, estando expuesto a corrientes de aire y a otros objetos que poseen partículas contaminantes como polvo y otros, además posiblemente sea

también por contacto directo con las manos del operario, ya que éste sale del área de procesado y al entrar nuevamente no cumple con las normas higiénicas como el lavado de manos y prosigue con el trabajo.

El siguiente paso realizado es la incubación en baño de maría a 45 °C por 5 horas; éste paso es fundamental porque debe dársele la temperatura y tiempo necesarios para que las bacterias lácticas puedan crecer y fermentar la leche. Es un punto crítico de control, ya que los microorganismos contaminantes que se adquieren en la mezcla y en el envasado serán favorecidos por el tiempo y la temperatura requerida para la incubación. Además el producto debe ser debidamente tapado y colocado en el baño de maría, para evitar contacto con el agua del mismo, ya el agua no tiene ningún control microbiológico, y la incubadora no se limpia constantemente, existiendo probabilidad de riesgos de contaminación de *E. coli*, y coliformes ya que en el anterior paso no hubo presencia de *Escherichia coli* (<1 UFC/ml a 100 UFC/ml obtenido en este paso) y el recuento de coliformes no fue tan elevado como se presenta en éste paso del proceso de elaboración del yogur (400 UFC/ml a >20,000 rafe/ml), siendo así que los resultados obtenidos están fuera de los límites microbiológicos máximos permitidos a excepción de mohos (<1 UFC/ml) según la norma referida en el texto.

Al evaluar la calidad de la fruta que fue agregada al yogur, se determinó que la fruta sin manipular cumplía con las normas de calidad microbiológica, mientras que la fruta manipulada por el operario, el grado de contaminación fue significativa, siendo así que los recuentos microbiológicos de coliformes es de 300 UFC/ml y *E. coli* 40 UFC/ml, resultan mayores de los límites máximos permitidos, no así mohos (<1 UFC/ml) ni levaduras (300 UFC/ml) que permanecieron dentro los límites permitidos, demostrándose con ello que hay falta de medidas higiénicas (anexo 11).

El producto final obtenido en sus tres presentaciones aunque posee características organolépticas deseables como consistencia fina sin grumos, olor y sabor característicos a su presentación, pero el pH de 5 obtenido no es el óptimo (pH menor o igual 4.5) ya que posee como principal contaminante *E. coli*, así como de coliformes en cantidades

significativas que están fuera de los límites máximos permitidos por la norma referida, como se muestra en el anexo 8 y 9. Por lo tanto resulta ser un producto no apto para el consumo humano.

Los resultados obtenidos en la fase pre-intervención, permiten correlacionar la falta de aplicación de buenas prácticas de manufactura en el operario con los altos recuentos microbiológicos hallados en el proceso de elaboración del yogur artesanal. Por éste motivo, se capacitó al operario sobre Manipulación Higiénica de Alimentos y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-, a acorde a las deficiencias observadas durante las visitas realizadas a la planta y en el momento de la elaboración del yogur y de otros lácteos en el muestreo pre-intervención.

Con este proceso y observación se tuvo que aplicar en calidad de urgencia mejoras a la planta la que fue de mucha utilidad ya que el sellado de las ventanas con plástico y la cortina de plástico en la puerta evitaron la entrada de corrientes de aire que contaminaran el área de trabajo, ya que había contacto con el cuarto de almacenaje de materia prima y otros instrumentos de trabajo, también con el área de despacho de los productos elaborados. La introducción del pediluvio evitó la entrada de microorganismos y partículas contaminantes recogidas con las botas del operario, ya que fácilmente son transportados al área de trabajo.

Todas las mejoras realizadas en la planta de procesamiento de lácteos, la correcta limpieza y desinfección del área y la aplicación de las buenas prácticas de manufactura por parte del operario permitió un ambiente limpio, saludable y seguro, libre de posibles focos de contaminación en la planta durante el muestreo post-intervención, demostrándose con ello una disminución significativa del recuento de coliformes, mohos, levaduras y la ausencia de *E. coli* con respecto al muestreo pre-intervención, esto en cada punto muestreado en todo el proceso de elaboración desde materia prima, indicados en el anexo 10; así como también el yogur como producto final en sus tres presentaciones mostrado en el anexo 9.

Al final de la capacitación le fue entregado al operario un diploma de participación avalado por el Laboratorio de Control Microbiológico de alimentos de la Unidad de Salud, de Bienestar Estudiantil Universitario como constancia de poseer un conocimiento del cuidado de los alimentos y ser apto para el manejo de los mismos (anexo 12).

La aplicación de la pasteurización rápida de 82 °C durante 4 minutos seguido de un shock térmico evitó que la leche pasteurizada no se expusiera al ambiente en un tiempo prolongado como en la anterior pasteurización, demostrando su efectividad ya que los recuentos microbiológicos disminuyeron significativamente, además no se alteraron las características organolépticas en el producto final, demostrándose en su consistencia fina y sin grumos, con olor y sabor característicos a su presentación, además se obtuvo el pH deseado teóricamente, permitiendo que el yogur sea agradable al gusto del consumidor, demostrado en el anexo 8.

La aplicación correcta de las buenas prácticas de manufactura y las mejoras a las instalaciones de la planta, permitieron obtener en el muestreo post-intervención, en los puntos críticos y puntos críticos de control, recuentos microbiológicos bajos con respecto al muestreo pre-intervención. Los recuentos microbiológicos del producto final en sus tres presentaciones (natural, con saborizante y con fruta) se mantuvieron dentro del límite máximo permitido según la Norma Codex Alimentarius CX/NEA 03/16, haciendo que el producto sea inocuo y apto para el consumo humano. Con ello se logró comprobar la hipótesis planteada, lográndose disminuir los recuentos microbiológicos aproximadamente en un noventa y cinco por ciento del muestreo post-intervención con respecto al pre-intervención.

Es de hacer notar que los resultados obtenidos en el muestreo post-intervención permiten demostrar que el uso de un sistema de riesgos aplicado al diagrama de flujo de todo el proceso de elaboración del yogur, hace que el producto final cumpla con límites máximos microbiológicos respaldados por normas de calidad alimentarias. Por lo que, aplicando permanentemente este procedimiento hará válido el proceso de elaboración del yogur en forma artesanal

X. CONCLUSIONES

1. Se consiguió evaluar y mejorar la calidad microbiológica del yogur artesanal elaborado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, produciendo un producto apto para el consumo humano, según la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16.
2. Se logró determinar a través de análisis microbiológicos la presencia de recuentos elevados de coliformes, *Escherichia. coli*, mohos y levaduras en las diferentes etapas de producción de yogur artesanal elaborado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los cuales posteriormente disminuyeron por las medidas correctivas aplicadas.
3. Se determinó que los puntos críticos de corrección, son la pasteurización, el enfriado, la incubación en baño de maría y la adición de la fruta, lo que permitió mejorar la calidad del yogur, aplicando para ello la Herramienta de Conceptos de Análisis y Puntos Críticos de Control -HACCP-
4. Se logró capacitar a los operarios encargados de la elaboración del yogur artesanal sobre buenas prácticas de manufactura, la cual permitió mejorar la calidad de producción del mismo.
5. El cambio en el sistema de pasteurizado de la leche ayudó a disminuir los recuentos microbiológicos en el producto final del yogur a límites aceptables según la Norma Códex Alimentarius CX/NEA 03/16.

XI. RECOMENDACIONES

1. Deben impartirse cursos periódicamente de buenas prácticas de manufactura, dirigidos a los operarios y estudiantes de la Unidad de Comercialización, a fin de contar con personal capacitado, evitando de esta manera infecciones o intoxicaciones alimentarias en los consumidores.
2. Establecer de rutina la cuantificación de *Escherichia coli*, coliformes, mohos y levaduras en la elaboración del yogur para evitar riesgos de contaminación que produzcan en los consumidores infecciones alimentarias, debido a malas prácticas de manufactura.
3. Establecer de rutina el control de análisis microbiológico del agua utilizada en el área de elaboración del yogur, ya que ésta es fuente propicia de contaminación o de recontaminación por coliformes y *Escherichia coli* en el producto final.
5. Que la Unidad de Salud realice de rutina un control permanente de los productos que produce y comercializa la Unidad de Comercialización de la Facultad de Veterinaria, cumpliendo con normas microbiológicas aprobadas nacionales e internacionales, esto con el fin de velar por la buena calidad microbiológica y evitar riesgos a la salud del estudiante universitario.
6. Debe establecerse como norma la presentación del etiquetado en productos como el yogur para garantizar la inocuidad del producto.

XII. REFERENCIAS

1. Vigilancia de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en Latinoamérica y el Caribe. USA: Doc. Tec. Internet, 1999. 5p. (p.1-5)
2. Enfermedades Transmitidas por Alimentos Disponible en :<http://www.cucba.udg.mx/new/eventos/enfermedades/> fecha de consulta: 4/01/04
3. Adams M. R., Moss M. O. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A. 1,995. 600p. (p. 2-5, 173, 176, 178,179, 181-186, 228-233, 317-334, 381-383,405, 405, 436-439, 440-443)
4. Potter N., Hotchkiss J. Ciencia de los Alimentos. Zaragoza, España: Editorial. ACRIBIA S.A. 1995. 300 p (p. 55-60, 115-118)
5. De Venter T. Conferencia sobre comercio internacional de alimentos a partir del año 2000: Decisiones basadas en criterios científicos, armonización. Equivalencias y reconocimiento mutuo. Australia: Depto. de Salud Sudáfrica. Doc. Tec. Internet, 2000. 11p. (p.1-11).
6. Todd E. Epidemiología de las enfermedades transmitidas por alimentos: Un examen mundial: la estadística de salud mundial. USA: Doc. Tec. Internet, 1997. 50p. (p-30-50).
7. Epidemiología de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Disponible en: <http://www.cco.gov.co/spa/eventos/4thconf.htm> fecha de consulta: 4/01/2005
8. Efectos sanitarios de las enfermedades transmitidas por alimentos Disponible en:http://ucce.ucdavis.edu/freeform/UC_GAPS/document/Other_Training_Resources2667.pdf fecha de consulta 21/12/2004

9. Enfermedades Transmitidas por Alimentos Disponible en: <http://www.panalimentos.org/panalimentos/educaci3n/educacionl.asp/?id=67> fecha de consulta 6/01/2005
10. Comisi3n del C3dex Alimentarios: Relaci3n con los Acuerdos sobre aplicaci3n de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/prior/comagric/codex/pdf/gesthond.pdf> fecha de consulta: 5/01/2005
11. Silliker H. *et al.* Ecología Microbiana de los Alimentos. Sub-factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos. Edit ACRIBIA. Zaragoza. 1980. 332 p.
12. Comisi3n del C3dex Alimentarius. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net/> fecha de consulta: 6/01/2005
13. La inspecci3n bromatol3gica de expendios: Disponible en: <http://wwwA:\Alimentos.htm> fecha de consulta: 18/04/2005
14. Intoxicaciones Alimentarias. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S003498872002000500003&scrip=sci_arttex&tlng=es fecha de consulta: 6/01/2005
15. Acuña G. Diferenciar lo que es una intoxicaci3n de una infecci3n por alimentos. Departamento de Medicina Interna, Laboratorio Clínic. USA: Doc. Tec. 2005. 4p. (p. 1-2).
16. Argueta CE. Reglamento sobre inocuidad de alimentos. Ind y Alim. 2000: 4:31-39
17. Administraci3n de Alimentos y Drogas. Centro para la prevenci3n y control de las enfermedades –CDC-. Guía para reducir al m3nimo el riesgo microbiano en los alimentos. USA: Doc. Tec. Internet, 1998. 14p. (p. 4-14)
18. Castro AA. ETA, Enfermedad Transmitida por Alimentos. Cuba: Doc. Tec. Internet. 1999. 9p. (p. 1-9)

19. Higiene en la leche Disponible en: http://www.A:\Produccion Higiénica de la Leche Cruda- Cap_3.htm Fecha de consulta: 8/04/2005.
20. Jacobson C. Water, Water, everywhere. USA, HACH company, 2001. 44p. (p 12-21)
21. Pelczar. R., Microbiología. 4ta edición. México: Mc Graw-Hill. 1995. 801 p.
22. Parish. Me. Coliform. *E. coli* and *Salmonella*. Serovar associate with citrus-processing facility implicated in an *Salmonella*, out break J. food protect. 1998., 61: 280-284
23. GuíaVETA y la Investigación en Brotes. Disponible en: http://epi.minsal.cl/epi/html/software/guias/VETA/E/anexo_g.htm fecha de consulta: 23/12/2004
24. Osmonic. Pure water handbook. USA, Osmonic. 1997. 151 p. (p. 17-31)
25. Nájera P. y López C. Manual de Manipuladores de Alimentos. Dirección General de Salud Pública. Guatemala: Doc. Tec. 1990. 70 p. (p. 9-10).
26. Guavieta T. Enfermedades transmitidas por alimentos. USA. INPPAZ, OPS, OMS, Doc. Tec. 1999. 12p (p. 1-12)
27. López B. Manual de Docencia de Control de Calidad de Alimentos. Guatemala: Doc. Tec. Unidad de Salud, USAC. 2000. 15p. (p.1-15)
28. Precott & Dunn's. Industrial Microbiology, 4TH Edition, AVI PUBLISHING COMPANY, DNC Westport, Connecticut 1982, 300 p.
29. Muralles B. Determinación del contenido de coliformes y *E. Coli* en tres porciones de los almuerzos que se venden en diez cafeterías de la Ciudad Universitaria, Guatemala, Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2002, 32p. (p. 3-9).
30. FDA. Bacteriological Analytical Manual. USA, FDA. 1995. 1080p. (p.420-426)

31. Importancia de la Microbiología en la Elaboración de los Alimentos. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd24/texto/importancia.htm> fecha de consulta 7/01/2005
32. Nicoletti G. y Nicolosi VM. Diccionario de Bacteriología Humana. Instituto de Microbiología de la Universidad de Catania, Italia. 1990. 298p. (p.70-82)
33. Tarrago NS. *Escherichia coli* 0157:H7: aspectos generales. Cuba: Doc. Tec. Internet. 1997. 6p. (p. 1-6)
34. Microorganismos de los Alimentos 2. Métodos de Muestreo para Análisis Microbiológicos: Principios y Aplicaciones Específicos. 2ª. ed. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1998. 400p. (p. 18,22,75-82)
35. Watson. Revisiones sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos Vol. 1 Higiene y Seguridad Alimentaria. Zaragoza: Editorial ACRIBIA S.A., 1992. (p. 3-11, 67-86)
36. Fermentación de Alimentos. Disponible en: <http://www.monografias.Com/trabajos15/fermentaciónacidolactica/fermentacionacidolactica.shtml#QUEES> fecha de consulta 4/01/2005
37. Prebióticos. Disponible en: <http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/especieales/ee-7-2004/conferencias/15.pdf> fecha de consulta 8/01/2005
38. Alterantes microbianos de alimentos. Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Nutricion/alim.func.htm> fecha de consulta: 7/04/2005
39. Guía de Interpretación de Placas para Recuento de Mohos y Levaduras, USA. 3M Petrifilm. Doc. Tec. 1,994. 8p. (p. 1-8)
40. Microbiología de los Alimentos. Disponible en: <http://w.w.wdian.gov.co/ActEcono.nsf> fecha de consulta: 15/09/2004

41. Introducción a las Buenas Prácticas de Manufactura. Disponible en: <http://www.mundohelado.com/calidad/calidadtotal.htm> fecha de consulta 8/01/2000.
42. Buenas Prácticas de Manufactura: El eslabón inicial en la cadena de la calidad. Disponible en: <http://www.mundohelado.com/calidad/buenaspracticass.htm> fecha de consulta 8/01/2005
43. Buenas Prácticas de Manufactura: En la Higiene y en el Personal están las claves. Disponible en: <http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/022503Naturamentehigiene.html> fecha de consulta 8/01/2005
44. COGUANOR NGR 34 243. Guía para el análisis de riesgos y puntos críticos de control en la industria de alimentos HACCP. Doc. Tec. 1991. 73p. (p. 1-9)
45. Conservación de los Alimentos. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/consal/consal.shtml> fecha de consulta 6/01/2005
46. Técnicas de conservación de los Alimentos Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion.htm> fecha de consulta: 5/01/2005
47. Higiene y conservación de los Alimentos Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/higiene-y-conservacion-de-los-alimentos.html> fecha de consulta: 6/01/2005
48. Pradilla A. y Gracia B., Interacciones entre alimentación, salud y ambiente, Colombia Médica. Universidad del Valle, Cali. 1995. Vol. 26: p. 93 – 102.
49. Elaboración del Yogur Casero. Disponible en: <http://www.apicius.es/tecnicas/yogur/> fecha de consulta 7/01/2005
50. Nuevas Normas de Calidad de los Alimentos, Ediciones Mundi-prensa.1999. 400p
51. Desrosier N. Elementos de Tecnología de Alimentos, México S.A de C.V: Edit. Continental CECSA de CV., 1987. 500p. (p.465- 467)

52. Revilla A. Tecnología de la Leche: procesamiento, manufactura y análisis. Instituto Interamericana de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica 1,985. (p232 –325).
53. Ch. Thoulon – Page. Cuaderno de Dietética, Tomo 1: Nutrientes, Alimento y Tecnología Alimentaria, 2ª. ed. Barcelona: Editorial Masson S.A. 1996. (p50 – 51)
54. Derivados de la Leche: elaboración artesanal Disponible en: <http://www.C:\misdocumentos\verpregunta.htm> fecha de consulta 15/04/2004
55. Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- Disponible en: <http://www.A:\COMISIÓN GUATEMALTECA DE NORMAS.htm> fecha de consulta: 9/04/2005
56. COGUANOR NGO 34 040:97 Leche de Vaca sin Pasteurizar. 1ª. Revision. Doc. Tec. 1998. 5p.(p.1-2)
57. COGUANOR NGO 34 039 Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano. 1ª.revisión. Doc. Tec. 1985.12p.
58. Comisión del Código Alimentarius, CX/FH 04/5- Add.2, Diciembre de 2003. Programa Conjunto FAO/OMS sobre las Normas Alimentarias Comité del Código sobre Higiene de los Alimentos.
59. CODEX STAN 243-2003 Norma del Codex para leches fermentadas. Doc. Tec. 2003. 5p (p. 4)
60. Codex Alimentarius Commission, Working paper on elaboration of a Regional Standard for Microbiological levels in foods, CX/NEA 03/16, December 2002, 15p (p. 3)

- 61.** Silbenagel KM; y Lindberg KG. Journal of AOAC International. 3M Petrifilm Enterobacteriaceae Count Plate meet for Enumeration of Enterobacteriaceae in Selected Foods: Collaborative Study. USA 2,003. Disponible en: <http://www.aldia.cl/sistema/tablas/listar.asp>. Fecha de consulta: 09/04/2004
- 62.** Línea Microbiológica: Placas petrifilm para Análisis Microbiológico rápido. Disponible en: <http://www.grupoaditmaq.com/micro.htm> fecha de consulta 5/01/2000

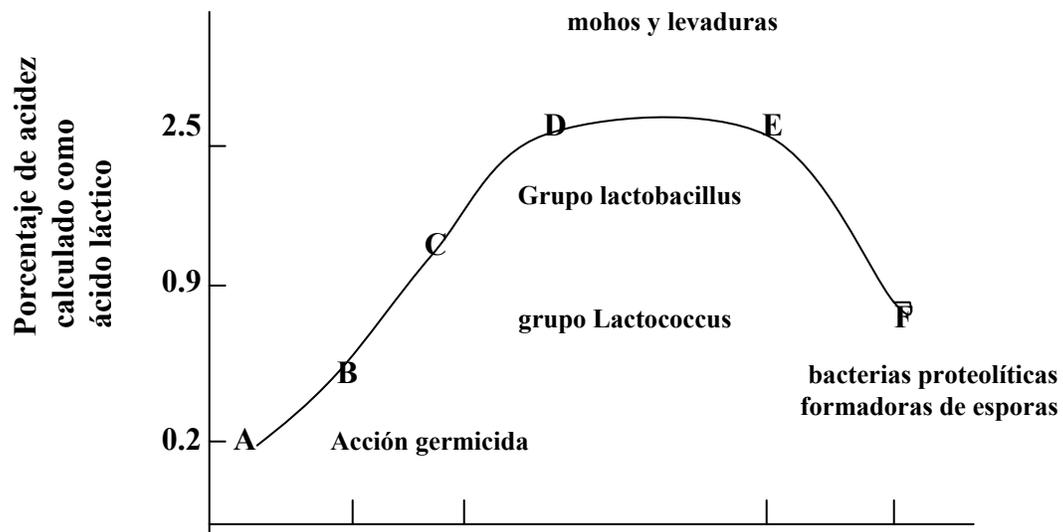
I. ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 1. Agentes bacterianos causantes de ETA's, síntomas y alimentos implicados

AGENTE ETIOLÓGICO	SÍNTOMAS	ALIMENTOS IMPLICADOS
<i>Escherichia coli</i> patógena	Diarrea, vómitos, dolor abdominal, fiebre, escalofríos, cefalea, mialgia	Diversos alimentos, agua.
Enterotoxinas A,B,C,D,E de <i>Staphylococcus aureus</i>	Diarrea, náusea, vómitos, dolor abdominal, postración	Jamón, productos de carne de res o de ave, pasteles rellenos de crema, mezclas de alimentos como arroz con crema, etc.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Faringitis, fiebre, náusea, rinorrea, erupción cutánea (eventual).	Leche cruda, alimentos con huevo.
<i>Salmonella sp.</i>	Dolor abdominal, diarrea, escalofríos, fiebre, náusea, vómitos y malestar.	Carne de res o de ave y sus productos, productos de huevo, otros alimentos.
<i>S. flexneri, S. dysenteriae, S. sonnei, S. boydii</i>	Dolor abdominal, diarrea, heces sanguinolentas y mocoides, fiebre	Cualquier alimento contaminado, con frecuencia ensaladas, agua.
<i>Bacillus cereus</i>	Náusea, dolor abdominal, diarrea, vómitos (eventual)	Productos de cereales, arroz, natillas, salsas, albóndigas.
<i>Clostridium perfringens</i>	Dolor abdominal, diarrea.	Carne de res o de ave cocida, caldos, salsas, sopas.
<i>Clostridium botulinum</i>	Vértigo, visión doble o borrosa, sequedad en la boca, dificultad para deglutir, respirar y hablar, debilidad muscular, dilatación o fijación de pupilas, parálisis respiratoria.	Conservas caseras poco ácidas, pescado empacado al vacío, huevos de pescado fermentado, peces, mamíferos marinos.
<i>Vibrio cholerae</i>	Diarrea acuosa o profusa, vómitos, dolor abdominal, deshidratación, sed, colapso, dedos arrugados, ojos hundidos.	Pescado y mariscos crudos, alimentos lavados o preparados con agua contaminada, agua.
<i>Vibrio parahemoliticus</i>	Dolor abdominal, diarrea, vómitos, fiebre, escalofríos, cefalea.	Alimentos marinos contaminados.
<i>Brucella sp</i>	Fiebre, escalofríos, sudoración, debilidad, malestar, cefalea, mialgia, artralgia, pérdida de peso.	Leche cruda, queso de cabra.

Fuente: Guavieta –INPPAZ OPS/OMS

Anexo 2. Cambios en una fermentación natural de la leche

Secuencia de cambios de la leche cruda en función de la concentración de ácido láctico. Fuente: Wisner et al., Practical Food Microbiology and Technology, 2nd ed. AVI Publishing Co., Westport, CT, 1990.

Anexo 3. Buenas Practicas de Manufactura

Normativa aplicada en todos los establecimientos elaboradores de alimentos que comercialicen sus productos en el ámbito del Mercado Común del Sur, constituyendo los procesos exigidos en lo que se refiere a:

Establecimientos:

- Instalaciones - Diseño - Construcción
- Zonas de manipulación de alimentos
- Vestuarios
- Abastecimiento de agua
- Iluminación - Ventilación
- Equipos

Limpieza y Desinfección:

- Productos
- Precauciones
- Aseo del personal
- Higiene durante la elaboración:
- Requisitos de la materia prima
- Prevención de contaminación
- Empleo del agua
- Operaciones de elaborado y envasado

Dirección y Supervisión:

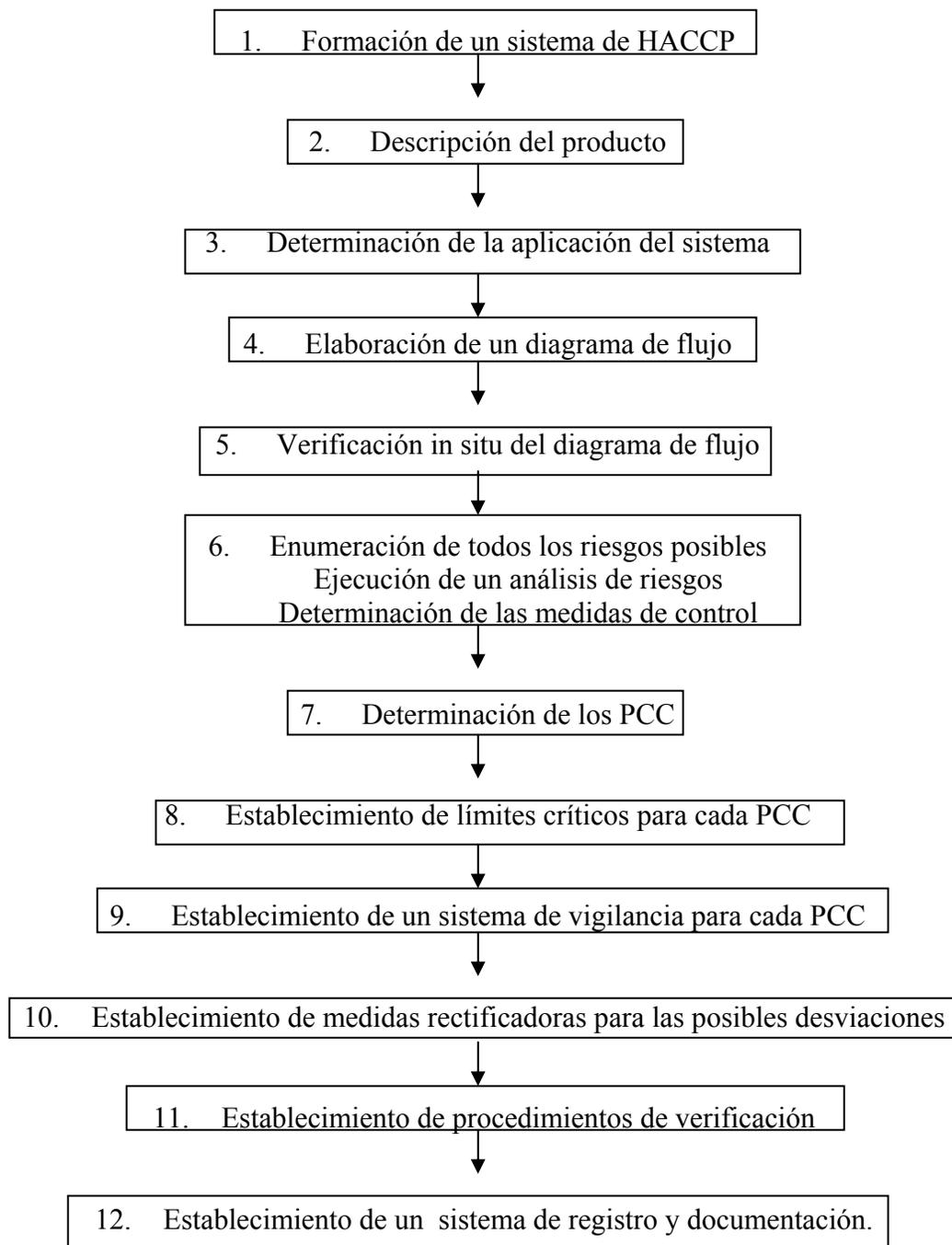
- Juzgar los posibles riesgos
- Vigilancia y supervisión eficaz
- Documentación:
- Requisitos de elaboración, producción y distribución

Almacenamiento y Transporte:

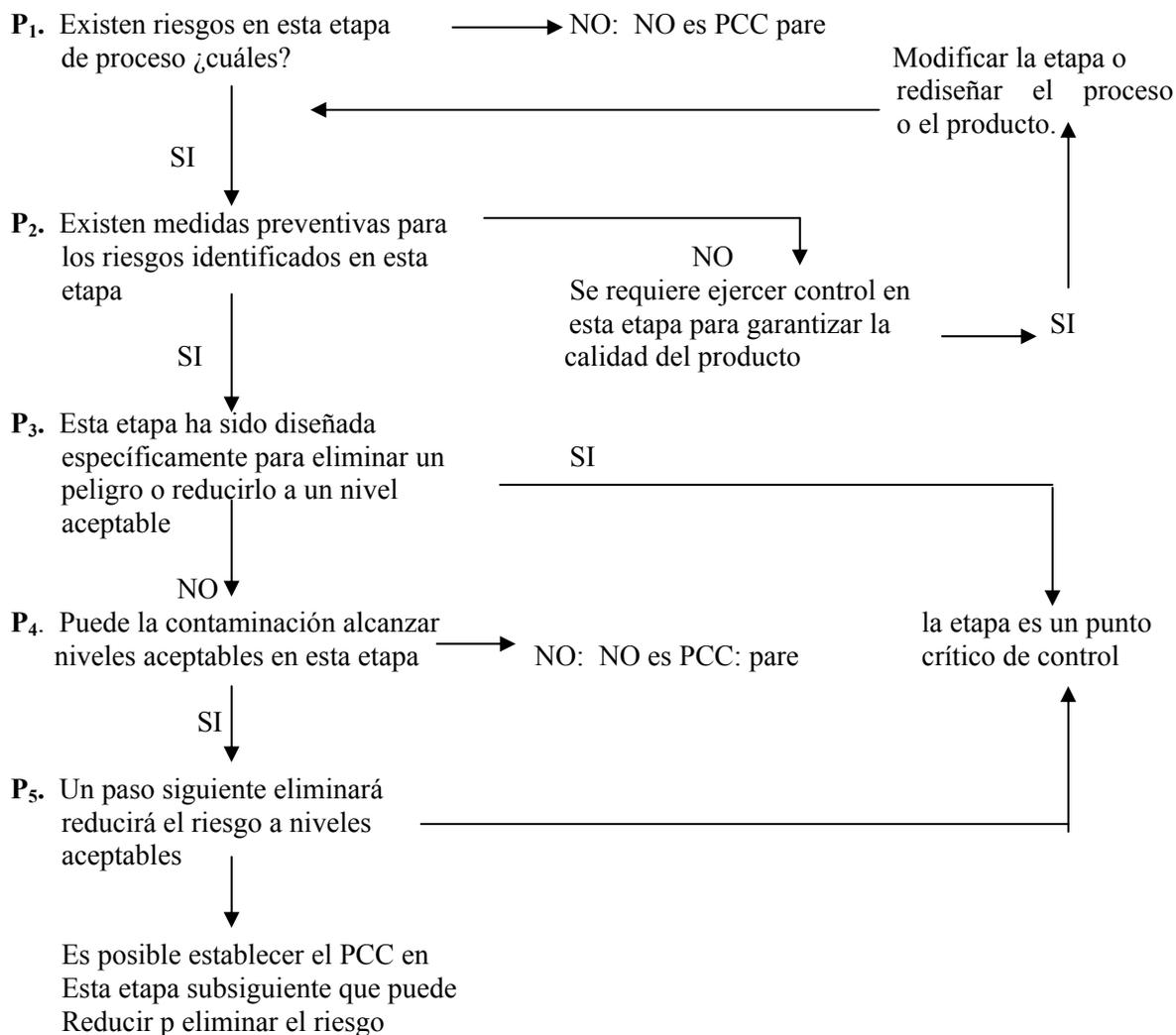
- Impedir contaminación y proliferación de microorganismos
- Vehículos autorizados con temperatura adecuada

Controles de Laboratorio:

1. Métodos analíticos reconocidos

Anexo 4. Secuencia lógica para la aplicación del Sistema HACCP

Anexo 5: Árbol de decisiones para la comprobación de un punto crítico de control -PCC-



USO DEL ARBOL DE DECISIONES

Cada una de las preguntas del árbol se debe responder para cada peligro en cada etapa de proceso y la manera de darle uso.

1. P1 ¿Existe algún peligro en esta etapa de proceso?
Aunque la pregunta parezca obvia el equipo HACCP debe verificarlo claramente.
2. P2 ¿Existen medidas preventivas para el riesgo identificado?
Si la respuesta es SI, se continúa con la pregunta

Anexo 6.

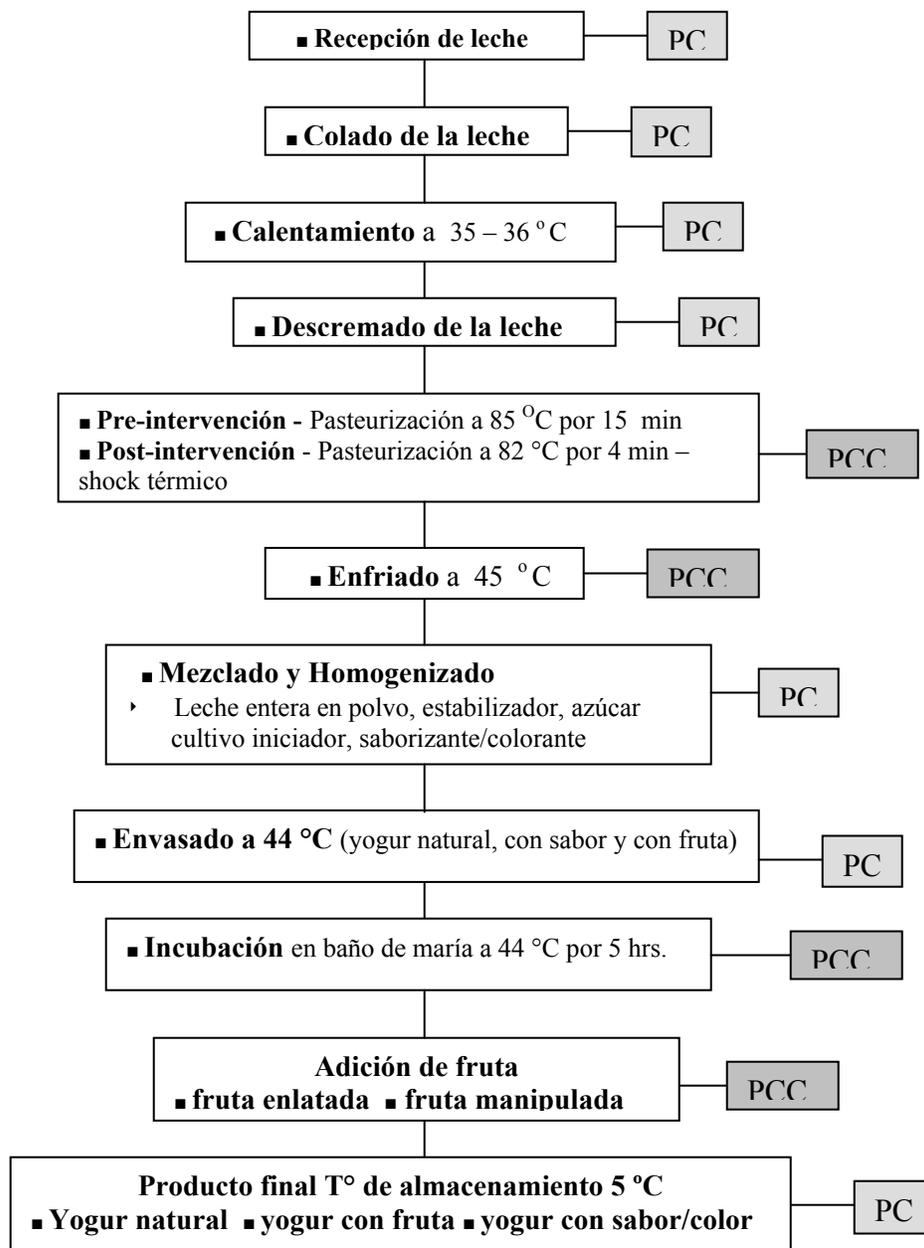
Tabla 2. Clasificación de Normas COGUANOR al 8 de octubre de 2003

Número Comité	NGO	NGR	Especificación	Métodos de ensayo	Muestreo	Otras
1 Asuntos Generales		22	22			
4 Normalización, Metrología y C. Sociales	8		6		1	1
5 Ciencias Generales	6		6			
6 Medicina	57		41	14	1	1
7 Ensayos de materiales	2		1	1		
19 Tuberías y Bridas, Valv.	4		3			1
26 Material Automotriz	23		6	16	1	
29 Ingeniería Sanitaria	15	1	3	13		
30 Industrias Químicas	16		14	1	1	
31 Pólvoras y explosivos	1		1			
33 Ind. De la Fermentación	8		1	6	1	
34 Ind. Agric. Y Aliment.	277		114	154	4	5
35 Industrias Pesqueras	7		1	6		
36 Siderurgia	9		9			
41 Ind. De la Construcción	87		20	62	4	1
42 Arquitectura	1		1			
44 Agricultura y Maq. Agrícola	71		52	12	2	5
46 Industrias Varias	6	22	11	15	1	1
49 Embalajes	8		3	5		
50 Documentación	1					1
51 Productos del Petróleo	28		8	18	1	1
53 Plásticos y Caucho	2	2	1	3		
59 Industrias del cuero	1					1
66 Gestión de Calidad		14				14
Totales	638	61	324	326	17	32

Normas en total	699
------------------------	------------

Fuente: -COGUANOR-

Anexo 7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur artesanal.



■ **Puntos muestreados pre y post-intervención**

PC: Puntos de Control

PCC: Puntos Críticos de Control

Anexo 8.

Tabla 3. Características organolépticas de producto final de yogur en sus tres presentaciones, en los muestreos pre y post-intervención.

YOGUR	Muestreo pre-intervención				Muestreo post-intervención			
	pH	Consisten- cia	Olor	Sabor	pH	Consisten- cia	Olor	Sabor
Natural	5.0	Compacta suave sin grumos	Aroma fuerte a ácido láctico	A leche fermentada, ácido fuerte	4.5	Compacta suave sin grumos	Aroma ácido láctico moderado	A leche fermentada, ácido moderado
Con saborizante	5.0	Compacta suave sin grumos	Característico a ácido láctico con aroma a fresa artificial	Ácido con sabor de fresa artificial	4.5	Compacta suave sin grumos	Característico a ácido láctico con aroma a fresa artificial	Ácido con sabor de fresa artificial
Con fruta	4.5	Compacta suave sin grumos	Característico a ácido láctico con aroma de melocotón	Ácido con trocitos de melocotón	4.0	Compacta suave sin grumos	Característico a ácido láctico con aroma de melocotón	Ácido con trocitos de melocotón

Tomado de: Datos experimentales del muestreo del proceso de elaboración de yogur, procesado en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU, en el cuarto trimestre del año 2005.

Anexo 9.

Tabla 4. Resultados del análisis microbiológicos obtenidos de muestreos pre y post-intervención de producto final de yogur en sus tres presentaciones.

Puntos de muestreo (PC y PCC)	Identificación	Valor máximo permitido (UFC/ml) Codex Alimentarius	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)	
			Pre-intervención	Post-intervención
Yogur natural (PC)	Coliformes	10^2	400 UFC/ml	100 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	30 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10^3	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10^3	<1 UFC/ml	10 UFC/ml
Yogur con fruta (PCC)	coliformes	10^2	1,000 UFC/ml	80 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	30 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10^3	20 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10^3	20 UFC/ml	10 UFC/ml
Yogur con saborizante / colorante (PC)	coliformes	10^2	400 UFC/ml	200 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	10 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10^3	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10^3	300 UFC/ml	50 UFC/ml

Tomado de: Datos experimentales del muestreo en el proceso de elaboración de yogur, procesado y analizados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU, en el cuarto trimestre del año 2005.

- **UFC/ml:** Unidad Formadora de Colonias / mililitros
- **PC:** Punto de control
- **PCC:** punto crítico de control

Anexo 10.

Tabla 5. Resultados en todo el proceso de elaboración del yogur

Puntos de muestreo (PC y PCC)	Identificación	Valor máximo permitido (UFC/ml) Codex Alimentarius	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)	
			Pre-intervención	Post-intervención
Recepción de la leche (PC)	coliformes	10 ²	1,000 UFC/ml	600 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	1,000 UFC/ml	300 UFC/ml
	levaduras	10 ³	400 UFC/ml	100 UFC/ml
Leche colada (PC)	coliformes	10 ²	2,000 UFC/ml	800 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	200 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	1,000 UFC/ml	400 UFC/ml
	levaduras	10 ³	400 UFC/ml	100 UFC/ml
Calentamiento de la leche a 35-36 °C (PC)	coliformes	10 ²	>20,000 rape/ml	1,000 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	200 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	1,000 UFC/ml	500 UFC/ml
	levaduras	10 ³	500 UFC/ml	200 UFC/ml
Descremado de la leche (PC)	coliformes	10 ²	>20,000 rape/ml	3,000 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	500 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	>20,000 rape/ml	600 UFC/ml
	levaduras	10 ³	300 UFC/ml	200 UFC/ml
Pasteurización de la leche (Pre 85°C) (Post- 82°C shock térmico) (PCC)	coliformes	10 ²	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	10 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	400 UFC/ml	<1 UFC/ml
Leche enfriada 45°C (PCC)	coliformes	10 ²	20 UFC/ml	<1 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	10 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	400 UFC/ml	<1 UFC/ml
Mezclado y homogenizado de ingredientes (PC)	coliformes	10 ²	300 UFC/ml	<1 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	>20,000 rape/ml	10 UFC/ml
Envasado para la fermentación (PC)	coliformes	10 ²	400 UFC/ml	80 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	<1 UFC/ml	10 UFC/ml
	levaduras	10 ³	>20,000 rape/ml	200 UFC/ml
Incubación en baño de maría a 45°C / 5 horas (PCC)	coliformes	10 ²	>20,000 rape/ml	400 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	100 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	>20,000 rape/ml	200 UFC/ml

Tomado de: Datos experimentales del muestreo en el proceso de elaboración de yogur, procesado y analizados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU, en el cuarto trimestre del año 2005.

- **UFC/ml:** Unidad Formadora de Colonias / mililitros
- **PC:** punto de control
- **PCC:** punto crítico de control

Anexo 11.

Tabla 6. Aditivos analizados individualmente.

Identificación	Identificación	Valor máximo permitido (UFC/ml) Codex Alimentarius	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)	
			Pre-intervención	Post-intervención
Fruta enlatada sin manipular (PC)	coliformes	10 ²	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
Fruta manipulada para el yogur (PC)	coliformes	10 ²	300 UFC/ml	100 UFC/ml
	<i>E. coli</i>	0	40 UFC/ml	<1 UFC/ml
	mohos	10 ³	<1 UFC/ml	<1 UFC/ml
	levaduras	10 ³	300 UFC/ml	<1 UFC/ml

Tomado de: Datos experimentales del muestreo en el proceso de elaboración de yogur, procesado y analizados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU, en el cuarto trimestre del año 2005.

- **UFC/ml:** Unidad Formadora de Colonias / mililitros
- **PC:** punto de control
- **PCC:** punto crítico de control

Anexo 12. Diploma de participación en la capacitación impartida a operarios de la Unidad de Comercialización de la Facultad de Veterinaria -USAC –

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DIVISIÓN DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO UNIDAD DE SALUD UNIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DE LA FACULTAD DE VETERINARIA –USAC-	
HACE CONSTAR	
QUE _____	
ASISTIÓ AL TALLER DE CAPACITACIÓN SOBRE	
“MANIPULACIÓN SANITARIA DE ALIMENTOS Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA -BPM- EN LA INDUSTRIA LÁCTEA”	
CON 4 HORAS DE DURACIÓN, IMPARTIDOS POR EL CAPACITADOR (A):	

Guatemala 2,005	
Licda. Brenda López de Quevedo Control Microbiológico de Alimentos	Licda. Martha Campos Urizar Supervisora General de Laboratorio
Licda. Silvia Maria Zea Proyecto de procesamiento de Lácteos	Vo.Bo. Dr. Carlos E. Catalán Jefe de Unidad de Salud

Anexo 13. Propuesta de etiquetado para el Yogur


YOGUR NATURAL
INGREDIENTES Leche descremada Leche entera en polvo Cultivo lácteos Estabilizador
Contenido neto. 230 gramos Lote No. 1
Consúmase antes de ____/____/____
Manténgase en refrigeración ±5 °C

UNIDAD DE COMERCIALIZACION -USAC-

Tomado de: Norma Alimentaria CODEX STAN A-11b