



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**

---

---

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES VIVAS  
E INERTES Y AMBIENTE EN EL ÁREA DE  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA UNIDAD  
NAINARI.**

**TITULACIÓN POR TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**QUÍMICO**

**PRESENTA**

**IVÁN ACOSTA ARVIZU**

**CD. OBREGON SONORA**

**SEPTIEMBRE DE 2005.**

## *DEDICATORIAS.*

*A MIS PADRES RAUL Y REYNA POR SU COINFIANZA Y SU  
PACIENCIA, POR APOYARME EN TODOS LOS MOMENTOS.*

*A MI HERMANA QUE ESPERO LE SIRVA COMO  
EJEMPLO PARA QUE LE HECHÉ GANAS A SU  
CARRERA Y LOGRE LO QUE SE PROPONGA EN SU  
VIDA.*

*A TODOS LOS QUE CREYERON EN MI LES DEDICO  
ESTE TRABAJO.*

## AGRADECIMIENTOS.

*A Dios porque por el logre lo que soy, llegue hasta donde estoy, por darme todas estas oportunidades y por el valioso regalo de la vida.*

*A mi asesor M. en I. Anacleto Félix Fuentes, por sus consejos y su apoyo profesional.*

*A mis revisores Olga Campas, a la maestra Lupita Aguilar, y al ingeniero Andrés Chávez Almanza.*

*Al ingeniero CHINO por su apoyo técnico, social y por lavarme el material cuando no podía.*

*A toda la "SOCIEDAD AMBAR" al koko, al cochul, al shuek, flaco, la rata, al mabe, al valedor y a todas las mujeres de la asociación antes mencionada.*

*A la comunidad del DOMINO al Alapizco, al manson, al chore, al kellogs, al pava, el krimen, el chilango, el Quiroga, el tapón, el cinturitas, al chapo jetta, a la gorda, la Marcia, al gallo, al bayron, hasta el zancudo y el bisval y a los demás miembros que se me olvidan.*

*A los compas del venero y del lavado al Adrián, al Carlos, al Dany, al Fabián al güero, al chapo a don Nazario, al copéte y al monino y a la rosa.*

*A mis primas Deysi, América, a mi tía Nela y a toda la parientada por los dos lados.*

*A mis compas del alma al flaco, al tolin, al miki, al Sergio Chinchillas, al pancho, al peke, al pelón y al chapo (Edgar).*

El siguiente trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigación en Microbiología de la Dirección Académica de Recursos Naturales que lleva por título “análisis microbiológico de superficies vivas e inertes y ambiente en el área de laboratorio de microbiología de la unidad Nainari”. Asesorado por el M. en I. Anacleto Félix fuentes.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	vi
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	viii
JUSTIFICACIÓN.....	ix
OBJETIVOS.....	x
HIPÓTESIS.....	xi
I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Limpieza y producción de alimentos.....	1
1.2 Velocidad de muerte microbiana.....	2
1.3 Limpieza y desinfección.....	3
1.3.1 Desinfectantes.....	4
1.3.2 Control por agentes químicos.....	4
1.4 Selección de agentes químicos microbianos.....	5
1.4.1 Naturaleza del material que será tratado.....	5
1.4.2 Tipos de microorganismos.....	5
1.4.3 Condiciones ambientales.....	5
1.5 Principales grupos de agentes químicos antimicrobianos.....	6

1.5.1 Alcoholes y éteres.....	6
1.5.2 Ácidos y álcalis.....	7
1.5.3 Metales pesados.....	7
1.5.4 Fenoles.....	7
1.5.5 Detergentes.....	8
1.5.6 Desinfectantes gaseosos.....	8
1.6 Factores que influyen en la desinfección.....	9
1.7 Técnicas de limpieza y desinfección.....	9
1.8 Contaminación del aire.....	10
1.9 Microorganismos indicadores de contaminación.....	11
1.9.1 Mesófilos aerobios.....	11
1.9.2 Hongos y levaduras.....	12
1.9.3 Organismos coliformes.....	13
1.10 Normas oficiales mexicanas.....	14
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1 Sitios de muestreo.....	15
2.2 Toma de muestra.....	16
2.2.1 Superficies vivas.....	16
2.2.2 Superficies inertes.....	16
2.2.3 Determinación de bacterias mesofilas aerobias en el ambiente (técnica de placa abierta).....	16
2.3 Transporte de muestra.....	17
2.4 Análisis microbiológico.....	17
2.4.1 Cuenta total viable de mesófilos aerobios.....	17
2.4.2 Cuenta total viable de coliformes totales.....	17
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
3.1 Cuenta total viable de mesófilos aerobios.....	19
3.2 Cuenta total viable de coliformes totales.....	21

3.3 Determinación de mesófilos aerobios en el ambiente por la técnica de placa abierta.....	22
IV. CONCLUSIONES.....	25
RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA .....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	TÍTULO	PÁGINA
1	Especificaciones sanitarias para superficies vivas e inertes.....	14
2	Fechas de muestreo.....	15
3	Resultados del análisis de organismos mesófilos aerobios en superficies vivas e inertes en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari.....	20
4	Resultados de la cuenta en placa de coliformes totales en superficies vivas e inertes en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari.....	22

5	Resultados de análisis de mesófilos aerobios en ambiente en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari expresada en UFC/placa/15 minutos.....	24
---	---	----

## **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en los laboratorios de microbiología de la dirección de recursos naturales del Instituto Tecnológico de Sonora, durante el periodo de febrero a mayo de 2005.

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar la calidad del saneamiento de las superficies vivas e inertes y la calidad del ambiente en el Laboratorio de Microbiología de la unidad Nainari para determinar las condiciones higiénicas en el área de trabajo y conocer las causas de contaminación en las muestras sujetas a análisis.

Se realizaron un total de 7 muestreos recolectándose en cada uno 18 muestras para el análisis de superficies vivas e inertes y 6 muestras para el análisis del ambiente, obteniéndose un total de 126 y 42 muestras respectivamente.

Los análisis microbiológicos que se realizaron fueron determinación de bacterias mesófilas aerobias por la técnica de vaciado en placa según la NOM-092-SSA1-1994, determinación de organismos coliformes por el método de vaciado en placa

según la norma NOM-113-SSA1-1994 y determinación de Mesófilos aerobios en ambiente por el método de placa abierta.

Los resultados obtenidos en los microorganismos analizados nos muestran que para mesófilos aerobios el 94.5% de las muestras cumplen con las especificaciones establecidas de  $<400$  UFC/cm<sup>2</sup> para superficies inertes y  $<3000$  UFC/mano para superficies vivas, para coliformes totales el 95% de las muestras sí cumplen con la norma que indica  $<200$  UFC/cm<sup>2</sup> para superficies inertes y  $<10$  UFC/mano para superficies vivas y para el análisis del ambiente el 91% de las muestras sobrepasan los límites establecidos de 15 UFC/placa/15 minutos.

Con los resultados obtenidos se concluye que las instalaciones son aptas para el análisis de muestras con respecto al análisis de superficies vivas e inertes, sin embargo con los resultados que se obtuvieron en el análisis de ambiente demuestran que la calidad del aire del laboratorio de microbiología LV-513 no es la óptima para llevar a cabo con seguridad los análisis.

## **INTRODUCCIÓN.**

Uno de los factores que en mayor medida afectan a la salud pública es la higiene de los alimentos, la cual es la base de la aplicación de buenas prácticas de manufactura. La higiene de las superficies, equipos y utensilios, es uno de los pilares donde se asientan estas prácticas y se considera que entre el 6 y el 15 % de los alimentos producidos poseen algún tipo de contaminación a causa de estos factores, la respuesta a estos grados de contaminación son varias, pero una de ellas se basa en la comprobación de que existen microorganismos capaces de resistir los tratamientos habituales de limpieza (Forte, y Rebagliati, 2000).

Las superficies en contacto con los alimentos deben estar diseñadas y construidas con materiales que permitan su fácil limpieza y desinfección, además el lavado adecuado de las manos es el primer requisito para la higiene personal así como el uso de vestimenta adecuada. La mayor parte de los alimentos se convierten potencialmente peligrosos para el consumidor solo después que han sido violados los principios de higiene, limpieza y desinfección durante su preparación (Jay, 1994).

En el caso del equipo y utensilios de trabajo, cuando no se tiene un control adecuado de su desinfección y limpieza, estos pueden ser un vehículo para transportar microorganismos hacia el alimento, sin embargo, la manipulación de los alimentos en instalaciones convenientemente limpias y desinfectadas evita posibles contaminaciones originadas por microorganismos patógenos y contribuye a alargar la vida comercial de los productos (Orihuel, 1994).

Las operaciones de desinfección constituyen un intento para reducir el número de microorganismos presentes en el área de trabajo. Existen métodos físicos y químicos utilizados para anular o neutralizar el desarrollo de los agentes patógenos nocivos para el hombre, estos métodos deben poseer amplio espectro microbiano y ser letal para bacterias, hongos, virus y protozoos a la vez de inofensivos para el organismo (Ibalpe, 2003).

La contaminación del aire es cualquier condición atmosférica en la que las sustancias presentes producen un efecto adverso cuantificable en la salud del humano, de los animales y vegetales, o bien un daño físico en los materiales, por lo tanto es importante el monitoreo constante de las áreas de trabajo, para asegurar que se cuenta con las condiciones apropiadas, lo cual es determinante en áreas especializadas como laboratorios, hospitales o centros de investigación (Dickson, 1996). Por lo antes mencionado con el presente trabajo se evaluarán las condiciones microbiológicas en superficies vivas e inertes y

ambiente del laboratorio de microbiología del Instituto Tecnológico de Sonora de la unidad Nainari, donde se analizan alimentos.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación de las muestras que se analizan en las prácticas de microbiología de alimentos y microbiología general, así como falsos resultados, infecciones e intoxicaciones en los alumnos y el personal, pueden presentarse a causa de una mala desinfección del área de trabajo y la mala calidad del ambiente en el laboratorio de microbiología de docencia del ITSON unidad Nainari.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Hoy en día han surgido varios conceptos como la seguridad y la calidad sanitaria tanto en la industria alimentaría como en el ámbito laboral de áreas especializadas como laboratorios o instituciones de salud, lo cual se sabe es importante para evitar la contaminación o problemas de salud a la población. En este trabajo se realizaron análisis microbiológicos de las superficies vivas e inertes y del ambiente del Laboratorio de Microbiología del área de docencia del ITSON unidad Nainari

para generar datos que nos permitan conocer la calidad sanitaria y de desinfección que se lleva a cabo en esta área.

### **OBJETIVO GENERAL.**

Evaluar la calidad del saneamiento de las superficies vivas e inertes y la calidad del ambiente en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari para determinar las condiciones higiénicas en el área de trabajo y conocer las causas de contaminación en las muestras sujetas a análisis.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ✓ Evaluar las condiciones higiénicas de este laboratorio.
- ✓ Realizar análisis de superficies vivas e inertes.
- ✓ Realizar análisis de cuenta total viable de organismos mesofilos aerobios por la técnica de cuenta en placa abierta.
- ✓ Realizar cuenta total viable de microorganismos mesofilos aerobios y coliformes totales por la técnica de vaciado en placa.

## **HIPÓTESIS**

En el laboratorio de microbiología del Instituto Tecnológico de Sonora unidad Nainari no se llevan a cabo las prácticas sanitarias adecuadas por parte de los estudiantes.

## **I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Limpieza y producción de alimentos.**

Durante las operaciones de preparación, tratamiento y envasado de los productos alimenticios en una planta, o plantas de fabricación, las practicas higiénicas, la

limpieza y saneamiento generales de la planta y de los locales, y la salud de los empleados, corren a cargo del inspector de sanidad de la industria alimentaria. Sus obligaciones especificas en relación con los productos alimenticios pueden comprender: el control de calidad y el almacenamiento de los alimentos frescos; el abastecimiento de un suministro de agua que reúna buenas condiciones; evitar la contaminación de los alimentos por el equipo, por el personal, y por animales dañinos, durante todas las fases de las operaciones de tratamiento (Frazier, 1993).

La supervisión del saneamiento y la limpieza de la planta y de los locales consiste no solo en mantener limpias y saneadas las superficies de todo el equipo que contacta con los alimentos, sino también en el cuidado del interior de la planta y de sus alrededores y en el tratamiento y eliminación adecuados de los desperdicios(Frazier, 1993).

Las obligaciones que afectan a la salud de los empleados incluyen el suministro de agua potable, la supervisión del material de higiene personal, la regulación de las condiciones sanitarias en la planta y en sus dependencias, el contacto con los aspectos higiénicos de iluminación, calefacción y ventilación de la planta (Frazier, 1993).

Los microorganismos se eliminan, inhiben o matan por medio de agentes físicos, procedimientos físicos o agentes químicos. Se cuenta con una gran variedad de técnicas y agentes que actúan de maneras muy diferentes y cada uno tiene sus propias limitaciones (Pelczar, 1993).

Las razones principales para controlar los microorganismos son:

- ✓ Prevenir la transmisión de la infección y enfermedad.
- ✓ Prevenir la contaminación o la proliferación de microorganismos perjudiciales.

- ✓ Prevenir el deterioro o destrucción de materiales por los microorganismos (Pelczar, 1993).

## **1.2 Velocidad de muerte microbiana.**

El termino muerte se define en microbiología como la perdida irreversible de la capacidad de reproducción. Los microorganismos viables tienen la capacidad de multiplicarse; en cambio, los muertos no se multiplican ni se desarrollan. Para determinar la muerte se requieren técnicas de laboratorio que revelen el crecimiento cuando se siembra la muestra en medios de cultivo. Para determinar la eficacia antimicrobiana se selecciona la prueba que descubra a los sobrevivientes, a los capaces de reproducirse (Pelczar, 1993).

## **1.3 Limpieza y desinfección.**

Limpieza es un proceso en el que la suciedad se suspende o disuelve, generalmente en agua. Su eficacia se puede aumentar por la aplicación de energía: como fregado, duchado o agitación y agentes limpiadores o de limpieza, que disminuye la tensión superficial, al mismo tiempo que emulsionan o suspenden las diferentes clases de suciedades (ICMSF, 1980).

Las superficies que se encuentran en contacto con los alimentos y las zonas que están relacionadas con ellos, se deben limpiar frecuentemente para eliminar los residuos alimentarios, películas de grasa, depósitos minerales polvo y demás elementos, que pueden proteger o nutrir a los microorganismos. La limpieza constituye un eficaz método de descontaminación, ya que, mas del 90 % de los microorganismos se eliminan con la suciedad, pero no se garantiza la destrucción total (ICMSF, 1980).

Desinfección es un conjunto de medios mecánicos, físicos y químicos que evitan o destruyen los agentes patógenos y parásitos (Ibalpe, 2003). Limpieza y desinfección son dos cosas diferentes; es mas fácil alcanzar una desinfección satisfactoria si se lleva a cabo sobre una superficie limpia, para lo cual es necesario desprender físicamente con cepillos o por la acción en flujos turbulentos, los residuos de las instalaciones y los depósitos sólidos producidos durante el proceso. El desprendimiento se facilita añadiendo detergentes y acondicionadores. La limpieza con detergentes debe ir seguida de un enjuagado con agua limpia, cuidando que la suciedad no se deposite en otra área de la instalación. Las superficies de contacto requerirán la desinfección con vapor de agua, agua hirviendo o un desinfectante químico (Brennan y col, 1998).

### **1.3.1 Desinfectantes.**

Método físico o químico utilizado para anular o neutralizar el desarrollo de los agentes patógenos nocivos para el hombre. Deben poseer amplio espectro antimicrobiano y ser letal para las bacterias, hongos, virus y protozoos a la vez de inofensivos para el organismo (Ibalpe, 2003).

La actividad germicida depende de las condiciones de uso, como concentración, tiempo, temperatura, dureza del agua, cantidad de materia orgánica presente, características de la superficie y tipos de concentraciones de los microorganismos a destruir. Esto no solo influye en la eficiencia de la desinfección, sino también la rapidez con las que las soluciones rebajen su fuerza (ICMSF, 1980).

### **1.3.2 Control por agentes químicos.**

El crecimiento de los microorganismos también puede controlarse con agentes químicos. Un agente antimicrobiano es un producto químico que mata o inhibe el crecimiento de los microorganismos, los dos más utilizados son derivados del cloro y el yodo (Brock, 1998).

Hipoclorito: desinfectante el cual debe su acción antimicrobiana a la liberación de cloro libre en solución. Son relativamente baratos, con una amplia actividad microbiana; al aplicarse, en concentración suficiente sobre las superficies, impregnan con un poco de sabor y olor; además que pueden llegar a ser corrosivos con algunas superficies. Para desinfectar superficies de trabajo es necesario de 100 a 200 ppm (Brownsell y col, 1993).

Yodoforos: son complejos solubles de yodo, que incorporan un detergente no iónico y un amortiguador de ácido fosfórico. Tienen acción bactericida con un amplio nivel de actividad, no es corrosivo, no irritan y no tóxico. Estos son de precio alto (Brownsell y col, 1993).

#### **1.4 Selección de agentes químicos microbianos.**

Cierto tipo de compuestos son particularmente eficaces para algunos usos y poco o ningún valor en otros. Generalmente hablando, los factores que se deben considerar en la selección de agentes químicos son:

##### **1.4.1 Naturaleza del material que será tratado.**

Un agente químico que se usa como desinfectante de utensilios contaminados puede ser totalmente ineficaz para aplicarlo a la piel por dañar las células. En consecuencia, la sustancia seleccionada deberá ser compatible con el material sobre el que se aplicara (Pelczar, 1993).

##### **1.4.2 Tipos de microorganismos.**

Los agentes químicos no son igualmente eficaces contra las bacterias hongos, virus y otros microorganismos. Las esporas son mas resistente que las células vegetativas existen también diferencias entre las bacterias grampositivas y gramnegativas. Existen también diferencias entre cepas de la misma especie. Por lo tanto, debemos estar seguros que el agente seleccionado sea eficaz contra el tipo de organismo que queremos destruir (Pelczar, 1993).

#### **1.4.3 Condiciones ambientales.**

Los factores como temperatura, tiempo, concentración y presencia de material orgánico extraño, nos servirán para evaluar la eficacia de la destrucción microbiana. Para usar un agente antimicrobiano con éxito se requiere saber la influencias que ejercen estas condiciones sobre un agente en particular, de manera que pueda ser usado en las circunstancias mas favorables (Pelczar, 1993).

#### **1.5 Principales grupos de agentes químicos antimicrobianos.**

Desde el punto de vista bacteriológico, la limpieza del equipo tiene por objeto, principalmente, eliminar la mayor cantidad posible de los nutrientes que utilizan los microorganismos. Para proceder a su limpieza y desinfección, el equipo se puede desmontar, aunque esto puede resultar difícil por lo que se refiere a ciertas piezas. Para potenciar la acción limpiadora del agua, se emplean los agentes limpiadores denominados detergentes. Estos agentes pueden servir para ablandar o acondicionar el agua, para mejorar la capacidad mojanete de la solución limpiadora, para emulsionar o saponificar las grasas, para solubilizar las sales minerales, para disociar los precipitados o dispersar las partículas en suspensión, y para disolver la mayor cantidad posible de sustancias solubles. Al mismo tiempo, los detergentes no deben ser corrosivos y deben poder ser eliminados fácilmente por aclarado de las superficies (Frazier, 1993).

Los agentes químicos que destruyen organismos patógenos se conocen como desinfectantes. La acción de un desinfectante puede tener o no como resultado la esterilización. A menudo los desinfectantes son tóxicos para los seres humanos; no obstante son muy valiosos para destruir patógenos. Los desinfectantes que pueden ser aplicados en las superficies corporales se conocen como antisépticos (Freeman, 1989).

### **1.5.1 Alcoholes y éteres.**

El alcohol absoluto tiene poca o ninguna actividad germicida. La actividad bactericida de las soluciones acuosas del alcohol aumenta a medida que añade agua; también hay un aumento en el poder germicida a medida que es mayor el peso molecular de los alcoholes (Freeman, 1989).

Los alcoholes desnaturalizan a las proteínas y son disolventes de lípidos, de ahí que dañen la membrana celular. Prueba de la eficacia del alcohol para la desinfección de superficies se atribuye a su acción limpiadora o detergente (Pelczar, 1993).

### **1.5.2 Ácidos y álcalis.**

Los microorganismos pueden tolerar acidez o alcalinidad hasta cierto límite. Los medios de cultivo para el crecimiento de bacterias se deben ajustar aproximadamente a pH de 7, a los mohos y levaduras les favorece los medios ligeramente ácidos (Pelczar, 1993).

Los ácidos y álcalis fuertes, es decir, aquellos que están altamente disociados, ejercen un marcado efecto bactericida. Por ejemplo, el ácido benzoico es un agente antifúngico y antibacteriano que se utiliza como conservante en fármacos y

alimentos, al igual que el ácido sórbico. La acción desinfectante de los álcalis es mas fuerte contra las bacterias gramnegativas (Freeman, 1989).

### **1.5.3 Metales pesados.**

Muchos compuestos de metales pesados son útiles como germicidas o agentes antisépticos. Los compuestos que mas se emplean son los de mercurio, plata y cobre; estos actúan contra los microbios al combinarse con las proteínas celulares para desnaturalizarlas (Pelczar, 1993).

### **1.5.4 Fenoles.**

Los fenoles y sus derivados se encuentran entre los compuestos antibacterianos orgánicos mas útiles. El fenol se utiliza como elemento estándar con el cual se comparan el resto de los desinfectantes, en especial aquellos que tienen una estructura química similar (Freeman, 1989).

Los compuestos fenólicos son bactericidas o bacteriostático, dependiendo de la concentración a la que se usen. Estos compuestos actúan desnaturalizando primero las proteínas de las células y dañando las membranas celulares (Pelczar, 1993).

### **1.5.5 Detergentes.**

Los depresores de la tensión superficial empleados principalmente para la limpieza de superficies se le llaman detergentes. Estos son bactericidas porque destruyen la integridad de la membrana celular alterando las interacciones entre las proteínas y los lípidos de la membrana (Pelczar, 1993).

Los detergentes se dividen en tres grupos: aniónicos, cationicos y no iónicos. Al grupo de los aniónicos pertenecen los jabones, las sales de potasio y de sodio. El

grupo de los cationicos esta constituido por compuestos de amonio cuaternario, y el grupo de los no iónicos incluyen poli éteres y esteres(Freeman, 1989).

#### **1.5.6 Desinfectantes gaseosos.**

Se han introducido gran variedad de productos hechos con materiales que no se pueden esterilizar por medio de altas temperaturas o desinfectantes líquidos; y para estos materiales esta hecha la esterilización por medio de agentes gaseosos.

En este procedimiento los materiales se exponen al gas en un lugar cerrado y a la temperatura ambiente. Después del tratamiento, el gas se debe retirar con precaución. Los agentes que se usan mas comúnmente parar la esterilización gaseosa son el oxido de etileno, la beta propiolactona y el formol (Pelczar, 1993).

#### **1.6 Factores que influyen en la desinfección.**

Hay varios factores que influyen en la velocidad con que tienen lugar las reacciones químicas que dan como resultado la desinfección. El factor mas importante es la concentración de las sustancias que reaccionan; es decir, la concentración de desinfectantes y la cantidad de microorganismos presentes (Freeman, 1989).

La concentración eficaz de un desinfectante depende, a su vez, de otros dos factores; primero, la presencia de agua, y segundo, la presencia de materia orgánica extraña. El agua hace posibles la coagulación por calor y la ionización de sales bactericidas. Actúan como un disolvente y lleva a cabo la suspensión del medio que esta en contacto intimo entre el desinfectante y el microorganismo (Freeman, 1989).

Algunos desinfectantes actúan combinándose con proteínas celulares. Si esta presente en materia orgánica extraña, esta también reaccionara con el desinfectante, reduciendo por tanto la eficacia del proceso de desinfección (Freeman, 1989).

### **1.7 Técnicas de limpieza y desinfección.**

A no ser que el equipo que entra en contacto con los alimentos sea convenientemente limpiado y desinfectado, puede constituir una importante fuente de contaminación de los alimentos con microorganismos. Los microorganismos no solo pueden persistir en la superficie del equipo, sino que también pueden aumentar su número cuando el tratamiento ha sido insuficiente (Frazier, 1993).

La limpieza y desinfección son dos conceptos diferentes, pero muy relacionados, de forma que sin una buena limpieza no puede haber una desinfección adecuada.

En el mercado existen fundamentalmente dos tipos de productos:

- Productos detergentes y desinfectantes a la vez; utilizados para la limpieza de superficies, manos del personal, ropa.
- Productos únicamente desinfectantes; utilizados para superficies limpias y para la desinfección del medio ambiente.

(Gómez, 1994).

El empleo adecuado de cada tipo de producto es fundamental para conseguir los resultados esperados, ya que de nada sirve aplicar productos desinfectantes sobre superficies sucias. Un programa de limpieza y desinfección bien planteado debe tener en cuenta las distintas necesidades de cada zona de trabajo: las zonas de producción, envasado, las superficies que entran en contacto con los alimentos, entre otras, requieren un tratamiento más cuidadoso. También se deben incluir el instrumental y utensilios en contacto con el alimento, y las paredes y suelos (Gómez, 1994).

La técnica a seguir consiste en limpiar con un paño humedecido en la solución desinfectante recién preparada o por pulverización de todas las superficies, empezando por las paredes en sentido descendente, siguiendo después por las superficies horizontales y terminando por el suelo (Gómez, 1994).

### **1.8 Contaminación del aire.**

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire en cantidades bastantes grandes como para producir efectos nocivos. Estos materiales pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, así como crear características indeseables en la forma del aire, de color café o brumoso, o bien, olores desagradables. En las partes mas densamente pobladas del mundo, en particular en los países industrializados, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas. Una propuesta de solución por la mayor parte de los países industriales es continuar las actividades y controlar las emisiones contaminantes del aire que provengan de ellas (Nevers, 1998).

La flora microbiana del aire es transitoria y variable. El aire no es un medio en el que los microorganismos puedan desarrollarse pero es portador de partículas, polvo y gotas de agua o de vapor, que pueden estar cargadas de microbios. El numero y tipo de microbios en el aire están determinados por las fuentes de contaminación del ambiente; como los microorganismos que son expulsados del aparato respiratorio al toser o al estornudar, y las partículas de polvo que circulan al ser levantadas de la tierra por el viento. Los microorganismos transmitidos por el aire son transportados en partículas de polvo, y en gotas expulsadas del humano que quedan suspendidas brevemente y en el núcleo de gotas que se forman cuando las pequeñas gotas se evaporan. Así son llevados unos cuantos metros o muchos kilómetros; algunos mueren en unos cuantos segundos, otros sobreviven durante semanas, meses o mas tiempo. Su destino final depende de

un sistema de complejas circunstancias que incluye las condiciones atmosféricas como humedad, luz solar, temperatura, el tamaño de partículas que las transportan, y su propia naturaleza, es decir, el grado de susceptibilidad o resistencia de cada especie en particular al nuevo ambiente, o su capacidad para formar esporas resistentes y quistes (Pelczar, 1993).

## **1.9 Microorganismos indicadores de contaminación.**

### **1.9.1 Mesófilos aerobios.**

Al grupo de organismos mesofílicos aerobios pertenece una gran variedad de microorganismos capaces de desarrollarse entre los 20 y 37° C, que son los extremos de las temperaturas a las cuales suele realizarse este recuento, en condiciones de aerobiosis. Dentro de la flora mesofílica aerobia tenemos bacilos, cocos, grampositivos y gramnegativos, aislados o agrupados en todas las variedades. Desde el punto de vista fisiológico y de su patogenicidad encontramos: cromógenos, proteolíticos, lipolíticos, sacarolíticos, saprofitos, patógenos, etc. (Amador, 1993).

La utilidad de las bacterias mesofílicas aerobias en la microbiología sanitaria se ha recomendado para los siguientes objetivos:

- Como indicador de la posible presencia de microorganismos patógenos.
- Como indicador del valor comercial de un alimento.
- Como indicador de las condiciones higiénicas en que ha sido manejado el producto.
- Como indicador de la idoneidad de un ingrediente cuando se va a incorporar a un alimento.
- Para seguir la eficiencia de un proceso germicida o de preservación.
- Para predecir la vida de anaquel de un alimento.

(Amador, 1993).

### **1.9.2 Hongos y levaduras.**

La importancia de los hongos en los alimentos puede considerarse desde diferentes puntos de vista:

- Se utilizan en la fabricación de algunos alimentos.
- Producen alteraciones diversas.
- Generan toxinas con notables efectos en los animales y en el hombre.
- En algunos alimentos el número se asocia generalmente a deficientes prácticas higiénicas.

(Amador, 1993).

Los requerimientos nutricionales de los hongos en general no son muy especializados y estrictos, desarrollan con facilidad en casi todos los medios simples de laboratorio. Constituyendo la tierra el mayor reservorio de hongos, su contacto con los alimentos fácilmente se traduce en un incremento en la carga microbiana. Al ponerse esto de manifiesto en el laboratorio, se puede dudar de la calidad del producto, cuando la cifra rebasa límites que previamente han demostrado ser impropios de una fabricación higiénica (Amador, 1993).

Simultáneamente con el recuento de hongos puede realizarse el de las levaduras, ya que el medio de cultivo les proporciona también buenas condiciones para su multiplicación. Sin embargo, cuando se presenta un desarrollo excesivo de hongos, difícilmente puede efectuarse el recuento de las colonias de levaduras. Si tal es el caso y existe necesidad de practicar su recuento, lo recomendable es preparar doble serie de diluciones e incubar una a 35° C durante 48 horas, lo que permite desarrollar a las levaduras cuando los hongos no cubren las placas. Las colonias de levaduras pueden aparecer sobre la superficie o en el seno de la gelosa. En el primer caso son circulares y de diámetro mayor; en el seno del medio suelen aparecer estrelladas y algo más pequeñas (Amador, 1993).

### **1.9.3 Organismos coliformes.**

Los organismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat primordialmente intestinal para la mayoría de las especies que involucra. La definición del grupo coliforme los describe como bacilos gramnegativos no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de gas, dentro de las 48 horas de incubación a 33 a 37° C (Amador, 1993).

El uso de coliformes como indicador sanitario significativo, debe restringirse al agua y hielo potable, a los alimentos sometidos a procesos térmicos y a la evaluación de la eficiencia de las prácticas sanitarias e higienización del equipo. La situación de los organismos coliformes, considerando su definición, es más que suficiente para evaluar la calidad sanitaria de algunos productos por las características del grupo en donde encontramos microorganismos que no sean estrictamente de asiento intestinal, por lo que se llega a tener la necesidad de diferenciar a los organismos coliformes (Amador, 1993).

El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares ([www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html)).

### **1.10 Normas oficiales mexicanas.**

Las autoridades ambientales en varios países han creado programas y estándares para proteger el ambiente y la salud de la población, con esto se pretende preservar la calidad regional del aire, como ejemplo se pueden mencionar las Normas oficiales NOM-024-SSA1-1993 y NOM-026-SSA1-1993 que cuidan la calidad del aire con respecto a las partículas suspendidas totales y al plomo respectivamente ([www.economia-noms.gob.mx](http://www.economia-noms.gob.mx)).

La norma oficial mexicana NOM-093-SSA1-1994, bienes y servicios. Practicas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, establece las disposiciones sanitarias que deben cumplirse en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos con el fin de proporcionar alimentos inocuos al consumidor. Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a la preparación de alimentos.

Una de las disposiciones de la norma, es el realizar análisis microbiológicos de los alimentos preparados y de las superficies vivas e inertes cuyos resultados pueden ser auto evaluados con las especificaciones microbiológicas (ver Tabla 1).

Tabla 1. Especificaciones sanitarias para superficies vivas e inertes.

Superficie	Mesófilos aerobios	Coliformes totales
Vivas	<3000UFC/mano	<10 UFC/mano
Inertes	<400 UFC/cm <sup>2</sup>	<200 UFC/cm <sup>2</sup>

## II.- MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio fue el Laboratorio de Microbiología LV-513 del Instituto Tecnológico de Sonora unidad Nainari.

### 2.1 Sitios de muestreo

Las diferentes muestras se tomaron durante el período enero-mayo de 2005, llevándose a cabo un total de 7 muestreos quincenales. Se realizaron muestreos al inicio y al final de las prácticas de laboratorio de microbiología general y

microbiología de alimentos recolectándose un total de 126 muestras de superficies vivas e inertes. Para el análisis de ambiente fueron un total de 42 muestras. Los sitios de muestreo para superficies inertes fueron las 4 mesas del laboratorio, el piso, la pared y la incubadora, los sitios de muestreo para superficies vivas fueron 2 muestras de manos y 3 muestras en sitios estratégicos para el análisis de ambiente. En la Tabla 2 se muestran las fechas de muestreo realizados.

Tabla 2. Fechas de muestreo.

## 2.2 Toma de muestra

### 2.2.1 Superficies vivas.

Para este análisis se requiere de frascos con 50 ml de solución buffer de fosfatos, pinzas y torundas previamente esterilizadas. Se toma la torunda con las pinzas, se sumerge en la solución de buffer de fosfatos y se exprime con las paredes del matraz. Se frota la de la mano con la torunda en la superficie interna de la torunda dentro del etiqueta con los datos (Castro, 2001).

Muestreo	Fecha
1	21 de Febrero de 2005
2	01 de Marzo de 2005
3	15 de Marzo de 2005
4	05 de Abril de 2005
5	18 de Abril de 2005
6	25 de Abril de 2005
7	18 de Mayo de 2005

superficie de la palma torunda, se enjuaga la solución, se frota en la los dedos, se coloca matraz, se tapa y que la identifiquen (

### **2.2.2 Superficies inertes.**

Tomar una torunda estéril, humedecer con solución buffer de fosfatos y exprimir oprimiendo contra las paredes del matraz. En la toma de muestras de la mesa de trabajo, pared, piso, se hace el muestreo en una superficie de 25 cm<sup>2</sup> colocando una placa de aluminio estéril. Colocar la placa de aluminio sobre la superficie y limpiar los 25 cm<sup>2</sup> con la torunda, sumergir la torunda dentro de la solución del matraz, tapar, agitar y etiquetar( Castro, 2001).

### **2.2.3 Determinación de bacterias mesófilas aerobias en el ambiente (técnica de placa abierta).**

Preparar cajas con 15-20 ml de agar estándar métodos, incubarlas durante 24 horas para prueba de esterilidad, pasado el tiempo colocar las cajas en puntos estratégicos para el análisis, abrir la caja y mantener la exposición de la misma por 15 minutos, posteriormente cerrar la caja e incubar las placas a 35-37°C por 24-48 horas, contando ambos días y reportar UFC/placa/15 minutos (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1998).

### **2.3 Transporte de muestra.**

Las muestras se recolectaron en matraces de 250 ml con 50 ml de solución buffer de fosfatos y se transportaron al laboratorio en hieleras de hielo seco manteniendo una temperatura aproximada a 4° C para realizar el análisis antes de transcurrir 6 horas a partir del muestreo (NOM-109-SSA1-1994).

## **2.4 Análisis microbiológico**

### **2.4.1 Cuenta total viable de mesófilos aerobios.**

Una vez tomada la muestra se realizaron diluciones seriadas  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ , se inoculó 1 ml de la muestra directa y de las diluciones en cajas de petri estériles previamente rotuladas. Distribuir uniformemente en toda el área de las cajas, agregar a cada caja de petri de 15 a 20 ml de medio de cultivo agar estándar fundido y a una temperatura de  $45^{\circ}$  C, inmediatamente se incorporo el inóculo al medio mediante movimientos circulares, de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo, evitando el derrame del liquido y su contacto con la cubierta de la caja. Dejar solidificar, invertir las cajas e incubar de  $35$  a  $37^{\circ}$  C durante 24 y 48 horas, realizándose un conteo de colonias cada 24 horas. El resultado de bacterias mesófilas aerobias se expresó en unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado, el cual se obtuvo multiplicando el numero de colonias obtenidas por la inversa de la dilución correspondiente a la placa (NOM-092-SSA1-1994).

#### **2.4.2 Cuenta total viable de coliformes totales.**

Una vez tomada la muestra se realizaron diluciones seriadas  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ , se inoculó 1 ml de la muestra directa y de las diluciones en cajas de petri estériles previamente rotuladas. Distribuir uniformemente en toda el área de las cajas, agregar a cada caja de petri de 15 a 20 ml de medio de cultivo agar bilis rojo y violeta fundido previamente esterilizado y a una temperatura tolerable, aproximadamente de  $45^{\circ}$ C, inmediatamente se incorporó el inóculo al medio mediante movimientos circulares, de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo, evitar el derrame de liquido y su contacto con la cubierta de la caja. Dejar solidificar, invertir las cajas e incubar de  $35$  a  $37^{\circ}$  C durante 24 horas, realizándose un conteo de colonias a las 24 horas. El resultado de coliformes totales aerobias se expresó en unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado, el cual se obtuvo multiplicando el número de colonias típicas obtenidas por la inversa de la dilución correspondiente a la placa ( NOM-113-SSA1-1994).

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de las 126 muestras de superficies vivas e inertes tomadas antes y después de las prácticas realizadas en el laboratorio de microbiología LV-513 de la unidad Nainari, además, se presentan los resultados de las 42 muestras tomadas para el análisis de ambiente por el método de placa abierta. Estos resultados fueron comparados con las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994.

### 3.1 Cuenta total viable de mesófilos aerobios.

Las especificaciones para estos microorganismos que se marcan en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, señalan que para las superficies inertes la cuenta total viable debe de ser  $<400 \text{ UFC/cm}^2$  y para las superficies vivas la cuenta total viable debe de ser  $<3000 \text{ UFC/mano}$ .

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la cuenta en placas para organismos mesofílicos aerobios y se puede observar que de las 126 muestras analizadas el 94.5% de ellas cumplen con las especificaciones establecidas en la norma. El desarrollo de estos microorganismos en las superficies inertes se mantuvo en un rango de 0 a  $3870 \text{ UFC/cm}^2$ , y para superficies vivas se presentaron en un rango de 0 a  $3250 \text{ UFC/mano}$ .

De los sitios de muestreo que fueron analizados solo las mesas 1, 2, 3 y una de las manos (manos 2) cumplieron al 100% con lo establecido en la norma, mientras que la mesa 4, el piso y una de las manos cumplieron en un 92.9% y la pared y la incubadora cumplieron en un 85.8%. También podemos observar que en los muestreos 1, 2, 6 y 7 fueron donde las muestras cumplieron en un 100% con las especificaciones establecidas en la norma.

Tabla 3. Resultados del análisis de organismos mesófilos aerobios en superficies vivas e inertes en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari.

M U E S T R E O S.														
	1		2		3		4		5		6		7	
Sitio de muestreo.	mañana	tarde												
Mesa 1 (UFC/cm <sup>2</sup> )	0	7	10	0	0	10	0	0	12	90	4	1	353	223
Mesa 2 (UFC/cm <sup>2</sup> )	23	17	20	10	0	10	0	0	140	38	0	6	284	185
Mesa 3	82	60	0	108	0	12	0	3	0	28	0	1	90	238

(UFC/cm <sup>2</sup> )														
Mesa 4 (UFC/cm <sup>2</sup> )	0	0	38	203	7	2	0	0	3870	82	2	0	198	311
Piso (UFC/cm <sup>2</sup> )	67	15	40	4	164	1920	2	33	71	35	33	0	3	0
Pared (UFC/cm <sup>2</sup> )	82	133	53	92	16	1950	1200	102	10	45	0	1	1	0
Incubadora (UFC/cm <sup>2</sup> )	12	12	51	135	4	1530	790	0	0	12	0	0	2	0
Manos 1 (UFC/mano)	80	930	40	25	530	10	108	0	253	3250	33	0	0	8
Manos2 (UFC/mano)	143	38	0	1	190	12	23	0	386	131	23	0	0	15

Estudios realizados en el comedor y las cafeterías del Instituto Tecnológico de Sonora muestran que de 184 muestras analizadas de superficies vivas e inertes el 94% cumplieron con los límites permitidos para organismos mesófilos aerobios por la Secretaría de Salud, obteniéndose resultados similares en este estudio (Choix, 2000).

### 3.2 Cuenta total viable de coliformes totales.

La determinación de coliformes totales se llevo a cabo de la misma manera que la cuenta viable de mesófilos aerobios. El desarrollo de estos microorganismos para las superficies inertes estuvo entre el rango de 0 a 180 UFC/cm<sup>2</sup>, y para las superficies vivas estuvo entre 0 y 218 UFC/mano. Para los organismos coliformes totales la secretaria de salud marca un número máximo permisible de <200 UFC/cm<sup>2</sup> para superficies inertes, y de <10 UFC/mano para superficies vivas.

En la Tabla 4 se puede observar que del total de las muestras analizadas el 95% de ellas si cumplen con las especificaciones establecidas. Las mesas, el piso, la pared y la incubadora cumplen en un 100% de las muestras tomadas con la especificación sanitaria, en las superficies vivas el 86% de las muestras tomadas de las manos cumplieron con las especificaciones establecidas. En general lo que respecta a organismos coliformes totales se puede observar claramente que sí se encuentran dentro de la normatividad establecida por la Secretaría de Salud.

Estudios realizados en el comedor del ISSSTE muestran que de un total de 56 muestras de superficies vivas e inertes el 82% cumple los límites permitidos para organismos coliformes por la secretaría de salud, encontrándose dentro de la normatividad establecida ( Ruiz, 2003).

Comparando resultados con este trabajo, en lo que respecta a organismos coliformes se puede considerar que las superficies vivas e inertes del laboratorio de microbiología LV-513 sí cumple con las especificaciones sanitarias, sin embargo hay que hacer énfasis en la higiene de las superficies vivas (manos).

Tabla 4. Resultados de la cuenta en placa de coliformes totales en superficies vivas e inertes en el laboratorio de microbiología de la unidad Nainari.

M U E S T R E O S.														
	1		2		3		4		5		6		7	
Sitio de muestreo.	mañana	tarde												
Mesa 1 (UFC/cm <sup>2</sup> )	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Mesa 2 (UFC/cm <sup>2</sup> )	11	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mesa 3 (UFC/cm <sup>2</sup> )	81	3	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa 4 (UFC/cm <sup>2</sup> )	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piso (UFC/cm <sup>2</sup> )	3	10	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Pared (UFC/cm <sup>2</sup> )	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incubadora (UFC/cm <sup>2</sup> )	0	1	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manos 1 (UFC/mano)	4	218	0	0	0	0	0	0	61	8	0	0	0	0
Manos2 (UFC/mano)	24	9	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0

### 3.3 Determinación de mesófilos aerobios en el ambiente por la técnica de placa abierta.

Los resultados de la determinación de mesófilos aerobios en el ambiente se compararon con los límites establecidos por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998), el cual indica que para organismos mesofílicos aerobios no debe superar 15 colonias por placa por 15 minutos. El rango de desarrollo que se presentó para estos microorganismos se mantuvo de 7 a 385 UFC/placa/15 minutos.

En la Tabla 5 se muestran los resultados de las 42 muestras analizadas para esta determinación, en la cual se puede observar que solo el 9% de las muestras cumplen con las especificaciones sanitarias y, por lo tanto, el 91% de las muestras sobrepasan los límites establecidos. De los sitios de muestreo que fueron analizados el de la entrada y sobre la incubadora sencilla cumplieron en un 14% de las muestras las especificaciones establecidas y el sitio sobre la incubadora doble sobrepaso el límite en el 100% de las muestras analizadas. También se puede observar que en el sitio de muestreo de la entrada fue donde se presentaron los valores más bajos y que en los sitios de muestreo sobre la



Entrada	18	23	7	18	28	30	27	32	288	84	7	16	75	58
sobre Incubadora doble	92	56	85	42	189	342	55	38	385	154	92	124	43	27
sobre Incubadora sencilla	79	48	67	35	49	22	92	63	107	123	40	63	12	13

#### IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo que se realizó en el laboratorio de microbiología LV-513 del ITSON unidad Nainari se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la cuenta total viable de mesófilos aerobios, se encontró que estos microorganismos se presentaron fuera de norma en un 5.5%, por lo que se considera que las instalaciones se encuentran en condiciones aceptables para el análisis de muestras.
- En la determinación de organismos coliformes totales, solo el 5% estuvo fuera de norma, el cual se presentó en las superficies vivas analizadas y esto nos indica que las posibles contaminaciones de las muestras provienen de los alumnos que las analizan.
- En la determinación de Mesófilos aerobios en el ambiente por la técnica de placa abierta, el 91% de las muestras analizadas se presentaron fuera de los límites establecidos, lo cual nos indica que durante la realización de las prácticas la calidad del ambiente en laboratorio es mala y repercute en los resultados de los análisis que se llevan a cabo.
- El muestreo 7 se realizó cuando no había alumnos en el laboratorio y a pesar de ello se presentaron cuentas altas de organismos mesófilos aerobios, lo cual nos indica que existe una mala calidad del aire en estas instalaciones.

### **RECOMENDACIONES.**

- Mantener una buena limpieza y desinfección de todas las superficies que se encuentren en el lugar donde se analizan las muestras.

- Colocar carteles para los alumnos indicando el procedimiento de como se deben lavar y desinfectar las manos antes de realizar sus prácticas de laboratorio.
- Reducir el número de alumnos por grupo de laboratorio para que la calidad de el ambiente no se vea afectada por la cantidad de personas que se encuentran en el lugar donde se realizan las prácticas.
- Tener control por parte del instructor de las entradas y salidas de los alumnos durante la realización de la práctica.
- Implementar un sistema de lámparas ultravioleta para mejorar la calidad del aire en el laboratorio, las cuales pueden funcionar de noche.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALCANTAR, F. (2002). “ Incidencia de organismos Mesófilos aerobios en el ambiente de los laboratorios DIEP”. TESIS. ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

AMADOR, López Raúl (1993). Manual de laboratorio de microbiología sanitaria. Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

BRENNAN, J.G., Biutters, J.R. y Cowelln, D. (1998). Operaciones de la ingeniería de los alimentos. ACRIBIA. 3<sup>ra</sup> Edición. Zaragoza, España. pp. 516-518.

BROCK. (1998). Biología de los microorganismos. PRENTICE HALL. 8<sup>va</sup> Edición. México. pp. 339, 403, 405 y 407.

BROWNSELL, V. L., Griffith, C. J., Elerijones. (1993). La ciencia aplicada al estudio de los alimentos. DIANA. México. pp. 168 y 169.

CASTRO, D. (2001). "Manual de procedimientos del laboratorio de microbiología de la DIEP". TESIS. ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

CHOIX, F. (2000). " Calidad sanitaria de alimentos y superficies vivas e inertes en las cafeterías y comedor del ITSON". TESIS. ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Diccionario IBALPE enciclopédico. (2003). Editorial IBALPE. Bogota, Colombia. pp. 436.

DICKSON, T. R. (1996). Química-enfoque Ecológico. Editorial LIMUSA. México, D.F. pp. 48.

FORTE, L. M. y Rebagliati, J. E. (2000). Control bacteriológico en plantas frigoríficas y conocimiento del fenómeno biopelícula. Boletín alimentario. Edit. Aldo Marzochi. No. 13. Buenos aires, Argentina.

FRAZIER, W. C. y Westhoff, D. C. (1993). Microbiología de los alimentos. Ramis, M. ACRIBIA. 4<sup>ta</sup> Edición. México D.F. pp. 629, 638 y 639.

FREEMAN, B. (1989). Microbiología de Burrows. McGRAW-HILL. 22<sup>a</sup> Edición. México, D.F. pp. 145-151.

GOMEZ, G. (1994). La desinfección en la industria alimentaria. Alimentación, equipos y tecnología. 89-91.

ICMSF (1980). Ecología microbiana de los alimentos. Editorial ACRIBIA, volumen I. Zaragoza, España. Pp. 50, 243-244, 265-266.

JAMES, Jay M. (2002). Microbiología moderna de los alimentos. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza, España.

JAY, James M. (1994). Microbiología moderna de los alimentos. Editorial ACRIBIA S. A. 3<sup>ra</sup> Edición. Zaragoza, España.

NEVERS, N. (1998). Ingeniería de control de la contaminación del aire. Editorial McGRAW-HILL. México, D.F. pp. 28, 67 y 68.

ORIHUEL, E. y N. De la fuente. (1994). Evaluación de los niveles de desinfección de superficies. Alimentación, equipos y tecnología. 93-97.

PELCZAR, M., Reid, R. y Chan, E.C.S. (1993). Microbiología. Capella, A. y Tay, J. McGRAW-HILL. 4<sup>ta</sup> Edición. México, D.F. pp. 363-370 y 389-400.

RUIZ, N. (2003). “ Diagnóstico sanitario de superficies vivas e inertes en las cafeterías y comedor del ITSON”. TESIS. ITSON. Cd. Obregón, Sonora.

Secretaria de Salud. Proyecto de Norma NOM-109-SSA1-1994, Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. (Ver: <http://www.ssa.gob.mx>).

Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. (Ver: <http://www.ssa.gob.mx>).

Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes en placa. (Ver: <http://www.ssa.gob.mx>).

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1998). 20a. edición.

<http://www.economia-noms.gob.mx>