



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**"LUMINISCENCIA COMO TECNICA DE EVALUACION DE  
LA HIGIENE EN EL AREA DE PROCESO DE  
TRANSFORMACION DE PRODUCTOS"**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :**  
**INGENIERA EN ALIMENTOS**  
**P R E S E N T A :**  
**LIDIA CRUZ BUCIO**

**ASESOR DE TESIS:  
DRA. SARA ESTHER VALDES MARTINEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**2005**

m. 344873



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

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

Luminiscencia como Técnica de Evaluación de la Higiene en el Area  
de Proceso de Transformación de Productos.

que presenta la pasante: Lidia Cruz Bucio.  
con número de cuenta: 9753991-5 para obtener el título de :  
Ingeniera en Alimentos

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

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de Marzo de 2005.

PRESIDENTE	<u>Dra. Clara Ines Alvarez Manrique.</u>	<u>Clara Ines Alvarez M</u>
VOCAL	<u>Dra. Sara Esther Valdés Martínez.</u>	<u>Sara E. Valdés M</u>
SECRETARIO	<u>QFB. Martha Patricia Zuñiga Cruz.</u>	<u>MP</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>MC Maria Guadalupe Amaya León.</u>	<u>MA</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>IA. Ana María Soto Bautista.</u>	<u>ASB</u>

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi **Madre Santa** y a mi **Papi Querido**, por que con la fe dedicación, esfuerzo y esperanza que ustedes han mantenido en mí durante todos estos años, Lo Hemos Logrado Juntos.

**Papitos, esto es para ustedes.**

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios y La Virgencita de Guadalupe** que me brindan día con día la enorme fortuna de ser mejor cada día, por darme fuerza, salud y tenacidad en la vida y comprender que las cosas pasan por algo y que no hay plazo que no se venza y fecha que no se cumpla.

A ustedes mis hermanos adorados los mejores de este mundo **Israel, Angélica y Amor** que han sido un motor increíble para seguir adelante, por su apoyo incondicional, su tiempo, su paciencia y sus consejos que siempre estuvieron ahí para que yo siguiera avanzando para lograr este objetivo. Gracias hermanitos.

A ustedes angelitos preciosos **Fernanda, Emiliano y Emilio** mis sobrinos, por esa luz hermosa de esperanza que ustedes me dan y que me llena de entusiasmo. Con este logro quiero decirles lo importante que es cerrar círculos en la vida. Los amo.

A ti **Abuelita** hermosísima que aún cuando ya no estas conmigo, se que esto te hace muy feliz.

A la **Dra. Sara Esther Valdés Martínez** por su confianza, guía, ayuda y tiempo dedicados para la realización de esta tesis. En verdad le digo que la aprecio muchísimo.

Al **la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM**, a mis **Maestros** por darme bases para ser una mujer de bien comprometida con México y hacer que "Por mi Raza Hablara el Espíritu". Por que soy de Sangre Azul y Piel Dorada, Puma de Corazón.

A ti **Román** que llegaste inesperadamente junto con este proyecto a mi vida dándome una fuerza que necesitaba y hemos crecido junto con él. ¡GRACIAS!

A mis amigos queridos **Carmen, Esteban y Gerardo**, por que fueron parte fundamental en mi desarrollo como estudiante y los llevo en mi mente y mi corazón. Carmen eres como mi hermana te quiero mucho.

También a ti **Oscar, Paola, Michelle y Miguel** por todo lo que compartimos juntos. A la **Generación 21** por que fue y sigue siendo una de las mejores.

A mis **Sinodales** por sus acertadas correcciones y el valioso tiempo dedicado a la revisión.

A mi misma.

## ÍNDICE

### Páginas

INDICE DE CUADROS, DISGRAMAS, FIGURAS, FORMATOS Y TABLAS.....	i
RESUMEN.....	1
OBJETIVOS .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPITULO 1. GENERALIDADES.....	5
1.1.    DEFINICIONES .....	5
1.2.    GENERALIDADES ACERCA DE LIMPIEZA.....	8
1.2.1.    CONTROL VISUAL.....	10
1.3.    AGUA: PRODUCTO AUXILIAR PARA LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:.....	11
1.3.1.    COMPOSICIÓN DEL AGUA.....	11
1.4.    MEDIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LIMPIEZA.....	12
1.4.1.    VAPOR A PRESIÓN.....	13
1.4.2.    APARATOS HIDRÁULICOS.....	13
1.4.3.    AIRE COMPROMIDO.....	13
1.4.4.    ULTRASONIDOS.....	13
1.4.5.    MAQUINAS DE LIMPIEZA PORTÁTILES.....	13
1.4.6.    LIMPIEZA CON ESPUMA.....	14
1.5.    MÉTODOS Y UTENSILIOS DE APLICACIÓN.....	14
1.6.    ETAPAS DE LA HIGIENE.....	15
1.6.1.    RETIRADA DE RESIDUOS GRUESOS.....	16
1.6.2.    ENJUAGUE INICIAL.....	16
1.6.3.    APLICACIÓN DE UN LIMPIADOR.....	16
1.6.4.    ENJUAGUE INTERMEDIO.....	16
1.6.5.    APLICAIÓN DE UN DESINFECTANTE.....	17
1.6.6.    ENJUAGUE FINAL.....	17
1.6.7.    SECADO.....	17
1.7.    LIMPIADORES.....	17
1.7.1.    PROPIEDADES DESEABLES.....	18
1.7.2.    CLASIFICACIÓN DE LOS LIMPIADORES.....	19
1.7.2.1.    ÁLCALIS INORGÁNICOS.....	21
1.7.2.2.    ÁCIDOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS.....	21
1.7.2.3.    AGENTES DE SUPERFICIE ACTIVA.....	21
1.7.2.4.    AGENTES SECUESTRANTES INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS.....	22
1.7.3.    FORMULACIÓN DE DETERGENTES.....	23
1.7.4.    FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICACIA DE LOS DETERGENTES.....	23
1.8.    DESINFECTANTES.....	24

1.8.1.	PROPIEDADES DESEABLES.....	24
1.8.2.	CLASIFICACIÓN .....	24
1.8.2.1.	COMPUESTOS QUE LIBERAN CLORO.....	25
1.8.2.2.	COMPUESTOS DE AMONIO CUATERNARIO.....	25
1.8.2.3.	IODOFOROS.....	25
1.8.2.4.	COMPUESTOS ANFOTEROS.....	26
1.8.3.	DESINFECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ACCIÓN.....	26
1.8.4.	TIPOS DE DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES EN CONTACTO CON ALIMENTOS.....	26
1.8.5.	TIPOS DE SISTEMAS DE DESINFECCIÓN.....	27
1.8.5.1.	DESINFECCIÓN DE SISTEMAS CERRADOS.....	28
1.8.5.1.1.	VENTAJAS DE SISTEMAS CERRADO.....	28
1.8.5.2.	DESINFECCIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS.....	29
CAPITULO 2. SEGURIDAD ALIMENTARIA.....		30
2.1.	MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE HIGIENE.....	32
2.1.1.	MEDIDAS EDUCATIVAS.....	32
2.1.1.1.	CONTROLES DE LIMPIEZA.....	33
2.1.1.2.	CONTROL DE PERSONAL.....	33
2.1.1.2.1.	DESINFECCIÓN DE LAS MANOS.....	34
2.1.1.2.2.	HIGIENE DEL PERSONAL.....	35
2.1.1.3.	CONTROLES DE LOCALES, INSTALACIONES Y UTENSILIOS.....	37
2.1.1.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA.....	37
2.1.2.	MEDIDAS DE ASEGURAMIENTO.....	38
2.1.2.1.	PRACTICA RACIONAL DE HIGIENE.....	39
2.1.2.2.	CONTROL DE LA EFICACIA DE LA HIGIENE.....	39
2.2.	LOS RESIDUOS COMO FUENTE DE CONTAMINACIÓN.....	40
2.3.	LA IMPORTANCIA DE VALIDAR EL PROCESO DE HIGIENE .....	40
CAPITULO 3. LUMINISCENCIA COMO TECNICA DE HIGIENE.....		44
3.1.	ANTECEDENTES DE LA LUMINISCENCIA.....	44
3.2.	IMPORTANCIA DE IMPLANTAR UNA TECNICA DE HIGIENE.....	44
3.3.	BENEFICIOS DE LA LUMINISCENCIA-ATP.....	46
3.4.	PRESENCIA DE ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP).....	46
3.4.1.	TECNOLOGIA.....	47
3.4.2.	REACCIÓN DE BIOLUMINISCENCIA.....	47
3.4.3.	REACTIVOS PARA QUE SE LLEVE ACABO LA REACCIÓN.....	48
3.4.4.	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA.....	49
3.4.4.1.	COMO SE TRABAJA Y MODO DE EMPLEO PARA EL ANALISIS DE HIGIENE POR LUMINISCENCIA.....	49
3.5.	SECUENCIA DE PASOS A SEGUIR EN LA IMPLANTACIÓN DEL MONITOREO RÁPIDO DE HIGIENE.....	50
3.5.1.	IDENTIFICACIÓN DE PUNTO A MEDIR PARA SU MUESTREO.....	51
3.5.1.1.	FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO.....	51

3.5.2.	RECOPILACIÓN DE DATOS DE REFERENCIA.....	52
3.5.2.1.	GUÍA DE MUESTREO.....	53
3.5.3.	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	54
3.5.4.	DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO.....	55
3.5.5.	MEJORA CONTINUA.....	56
3.5.6.	ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS.....	57
3.5.6.1.	REGISTROS DE DATOS POR REQUERIMIENTOS DE AUDITORIAS.....	58
3.5.6.2.	EJEMPLOS.....	59
3.5.6.3.	NIVELES INCONSISTENTES.....	61
3.5.6.4.	BAJOS NIVELES DE REFERENCIA.....	61
3.6.	APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA LUMINISCENCIA EN LA LIMPIEZA DE ORDEÑADORAS.....	62
3.7.	COMPORTAMIENTO EN EL MERCADO DEL USO DE LA LUMINISCENCIA.....	66
	DISCUSIÓN.....	69
	CONCLUSIONES.....	81
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

## INDICE DE CUADROS, DIAGRAMAS, FIGURAS, FORMATOS Y TABLAS

### CUADROS

Páginas

CUADRO 1. SUCIEDAD EN GENERAL.....	7
CUADRO 2 OBJETIVOS DE LA LIMPIEZA Y DESINFECCION.....	8
CUADRO 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LIMPIEZA.....	10
CUADRO 4. RIESGOS INFLUENCIABLES EN ALIMENTOS.....	30
CUADRO 5. CRITERIOS DE RIESGO.....	31
CUADRO 6. COMPARATIVO DE BIOLUMINISCENCIA vs MICROBIOLOGIA.....	46
CUADRO 7. SISTEMA DE LIBERACIÓN.....	58
CUADRO 8. HIGIENE EN EL EQUIPO DE ORDEÑO.....	64
CUADRO 9. COMPARATIVO DE MARCAS EXISTENTES DE LUMINOMETROS.....	67
CUADRO 10 COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES LIMPIADORES.....	70

### DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. ETAPAS PARA OBTENCIÓN DE HIGIENE.....	15
DIAGRAMA 2. DIGRAMA DE FLUJO PARA VALIDACIÓN.....	43
DIAGRAMA 3. CICLO DE MEJORA CONTINUA.....	57

### FIGURAS

FIGURA 1. FRUTAS, PRODUCTOS LACTEOS, VEGETALES, CARNE, MICROORGANISMOS.....	47
FIGURA 2. RIESGOS DE CONTAMINACIÓN.....	47
FIGURA 3. RELACIÓN SIMPLE.....	48
FIGURA 4. TOMA DE MUESTRA.....	49
FIGURA 5. MODO DE EMPLEO.....	50
FIGURA 6 DESINFECTANTE EN LAS SUPERFICIES DESPUES DE UNA HIGIENE INADECUADA.....	74

### FORMATOS

FORMATO 1. REGISTRO DE OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	41
--	----

## TABLAS

TABLA 1. VALORES DESEABLES E INDESEABLES DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE E INDUSTRIAL.....	12
TABLA 2. PROPIEDADES IMPORTANTES DE ALGUNOS DETERGENTES CON DIFERENTE FORMULACIÓN.....	20
TABLA 3. RESULTADOS EN RLU's.....	53
TABLA 4. TIPICOS NIVELES DE REFERENCIA USADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.....	55
TABLA 5. RESULTADOS EN RLU's EJEMPLO 1.....	59
TABLA 6. RESULTADOS EN RLU's EJEMPLO 2.....	60
TABLA 7. RESULTADOS EN RLU's EJEMPLO 3.....	60
TABLA 8. RESULTADOS EN RLU'S EJEMPLO 4.....	60
TABLA 9. RESULTADOS EN RLU's EJEMPLO 5.....	61
TABLA 10. RESULTADOS EN RLU's EJEMPLO 6.....	62
TABLA 11. VALORES DE LIMPIEZA SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO, SUPERFICIE MEDIDA, ACERO INOXIDABLE.....	63

## RESUMEN

La evaluación de la higiene es parte esencial en la producción de alimentos y la eficiencia con que esta operación de lleve acabo ejerce una enorme influencia en la calidad final del producto.

Hay una serie de razones que justifican la necesidad de analizar los alimentos para determinar cualitativa o cuantitativamente su grado de contaminación, pero el principal interés de realizar el análisis de luminiscencia es para asegurar que las superficies que entren en contacto con el alimento estén libres de contaminantes que pueden ayudar a obtener alimentos con un grado de calidad bajo.

La disponibilidad de técnicas rápidas y precisas, que permitan un diagnóstico precoz de la contaminación bacteriológica de los alimentos en las etapas de producción y de procesamiento industrial, aparecen como herramientas de mucha utilidad para la obtención de alimentos inocuos.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de aplicar otra alternativa para el monitoreo de higiene, uno de estos métodos en este sentido, es el uso de la técnica de bioluminiscencia de adenosintrifosfato (ATP) que está ampliamente recomendada para verificar la eficiencia de la higiene en la industria alimenticia apoyados con un equipo llamado luminometro.

Se realizó una revisión bibliográfica para dar a conocer la importancia de establecer un buen plan de higiene en toda la planta y no solo en un área determinada.

La técnica de higiene puede ser inaplicable sí el personal de la fabrica presenta deficiencias en el conocimiento básico para obtener un producto con calidad, por lo que se realizó una descripción detallada de las medidas previas para realizar el monitoreo de higiene.

La industria de fabricación o preparación de alimentos debe tomar la responsabilidad de establecer y mantener prácticas higiénicas. El concepto de HACCP (análisis de riesgos y control de puntos críticos) se divide en dos partes: (1) análisis de riesgos y (2) determinación de puntos críticos de control. Uno de los riesgos que influyen en la obtención de alimentos de calidad es la higiene insuficiente o defectuosa de los equipos por lo que se requiere que el monitoreo de esté provea resultados rápidos y de lugar a acciones correctivas inmediatas como los requeridos en el HACCP. La técnica de luminiscencia cuenta con esta posibilidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Apoyar al buen funcionamiento de una técnica de monitoreo rápido de la higiene por luminiscencia con un luminómetro implantado en la industria, así como asegurar su efectividad durante el proceso de transformación de los productos en la línea de proceso ya sea en el área de Alimentos y Bebidas, Farmacéutica, Cosmetiquera y en el Agua.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Proporcionar herramientas que permitan la planeación, desarrollo y evaluación del programa de vigilancia y control sanitario.

Ofrecer métodos y/o técnicas que permitan la elaboración de propuestas orientadas al desarrollo de acciones para la solución de problemas de limpieza.

Promover métodos para elevar los niveles de competencia para responder a las necesidades y demandas de los sectores público, privado y social en el área de control de la higiene.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos deben tener un contenido de nutrientes naturales y ser suficientemente variados, sin poner en peligro la salud de los consumidores como resultado de la contaminación física, química o biológica y deben ser presentados de modo que no induzcan al engaño. La higiene de los alimentos comienza en la explotación agropecuaria y continúa a lo largo de la cadena de elaboración y distribución hasta el almacenamiento y preparación por los consumidores o por las industrias de servicios alimentarios. De J. Fernández, 1988; Romo, 1996.

La seguridad alimentaria es de máxima importancia para mantener el estado nutricional de los productos y la confiabilidad de las personas que lo consumen. Por esto se hace necesario clarificar las cuestiones que intervienen en su consecución y contribuir a formular y adoptar políticas y medidas apropiadas para reforzarla en función, principalmente, del establecimiento de las medidas necesarias para garantizar el acceso de las familias a una cantidad suficiente y segura de alimentos; para lo cual es necesario además tener presente el análisis de otros determinantes de la nutrición, indiscutiblemente relacionados a ésta, como la salubridad, el saneamiento del medio ambiental y del hogar. Wildbrett, 2000.

Como pilares de la seguridad alimentaria, se han contemplado: el asesoramiento científico, la recopilación y análisis de los datos, los aspectos reglamentarios y de control y la información al consumidor, aplicando siempre el principio de responsabilidad. La comunicación de un incidente alimentario a través de la red de alerta no es, en modo alguno, sinónimo de crisis alimentaria. Sin embargo, es necesario prever que tales crisis pueden surgir, por lo que es preciso estar preparado de antemano para gestionarlas adecuadamente. Anónimo 4, 1999.

Dado la importancia de la seguridad alimentaria se deben determinar los factores que la controlan y las estrategias fundamentales para mejorarla. La seguridad alimentaria es un factor de desarrollo económico, de bienestar emocional y psicológico, que representa la capacidad de las familias para obtener, ya sea produciendo o comprando, los alimentos suficientes para cubrir las necesidades dietéticas de sus miembros.

Este concepto de seguridad refleja la disponibilidad de alimentos, el acceso a los mismos, la estabilidad de los suministros y los cuidados nutricionales, como determinantes de la seguridad alimentaria familiar; son un proceso que determinará la identificación de los factores de la seguridad alimentaria de hogares y las interrelaciones entre ellos. Los mecanismos o procesos básicos que explican el comportamiento de los hogares, son conocimientos claves para el diseño de alternativas más eficientes y más efectivas para su mejora. El análisis a escala familiar constituye la clave para determinar una política de seguridad alimentaria focalizada a los individuos, dentro de la familia y la comunidad. Jiménez, 1996; Wildbrett, 2000.

Habrá que mejorar los servicios de provisión de agua potable, eliminación de basuras y tratamiento de aguas, que el proceso de urbanización intensiva ha dejado en franca carencia en todos los países en desarrollo. Esto es fundamental para que el abastecimiento, comercialización y manipulación de alimentos se realice en condiciones de higiene. Degremont, 1991.

Se reconoce que existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades nutricionales y sus preferencias alimentarias a fin de llevar una vida activa y sana. La inocuidad, requisito básico de la calidad, implica la ausencia o la reducción a niveles aceptables de contaminantes, adulterantes, toxinas y cualquier otra sustancia que pueda hacer nocivo el alimento para la salud. Además de la inocuidad, las características de calidad incluyen el valor nutricional y las propiedades organolépticas y funcionales. Hayes, 1993; Ondrus, 1996.

La higiene de los alimentos es un paso más a lo largo de toda la cadena alimentaria, con la finalidad de proteger a los consumidores de enfermedades o daños causados por los alimentos; garantizando que los alimentos sean aptos para el consumo humano y mantener así la confianza en los alimentos comercializados internacionalmente. Gordon, 1988.

En el presente trabajo se propone la utilización de una técnica de luminiscencia para el monitoreo de la higiene en las áreas de proceso de transformación de los productos consideradas de riesgo; dicha técnica se lleva acabo de una forma confiable y rápida, respondiendo a las demandas de eficiencia de cualquier planta procesadora de productos de consumo humano.

## Capítulo 1. GENERALIDADES

### 1.1. DEFINICIONES

El objeto de conocer el significado de la terminología de estudio es para entender la importancia que esto conlleva en el momento de transformación de los productos y saber así el beneficio o la consecuencia que esto traerá, ya que es muy fácil confundirse con la terminología. Es por ello que a continuación se definen las palabras utilizadas más importantes.

#### Higiene

Operación que incluye todas aquellas acciones que ayudan a mantener o a mejorar el bienestar físico humano, incluidas la limpieza en general de su entorno y la conservación de la salud (higiene y sanitización van de la mano). Hayes, 1993; Subsecretaría de Operación Turística, 2003.

#### Saneamiento

Creación y mantenimiento de condiciones favorables para una buena salud reduciendo el número de contaminantes presente en un área específica fomentando así la higiene. G. Marriot, 1997, Puig, 1998.

#### Limpieza

Se entiende por limpieza en términos generales la separación más completa posible como mínimo de dos sustancias unidas entre sí físicamente, eliminando la suciedad visible o microscópica, ésta separación debe ser permanente; o dicho de otra forma es la remoción de residuos de producto y materiales extraños que se acumulan durante el proceso en las líneas de producción, por medio de trabajo físico y químico.

Con un criterio práctico similar puede decirse que una superficie está limpia si cumple con los dos siguientes requisitos:

1. No debe perjudicar los procesos subsiguientes.
2. Debe garantizar la futura integridad del producto que contacte con esa superficie. Hayes, 1993; HYGINOV, 2002; ISSUE, 2001.

#### Desinfección

La elaboración de los alimentos es tan importante para el consumidor y para los establecimientos alimentarios, que también está presente en la redacción el término "desinfección", que significa poner a un objeto en condiciones que no pueda contaminar siendo que es la adecuada eliminación de microorganismos nocivos mediante actuación sobre su estructura o metabolismo,

independientemente del estado funcional, con objeto de impedir su transmisión. Finalmente, la desinfección debe garantizar la destrucción total de todos los microorganismos patógenos no esporulados y la disminución de los no patógenos en una cuantía tal que no puedan influir de manera perjudicial sobre la calidad de los productos. HYGINOV, 2002; Wildbrett, 2000.

## **Limpiador**

Mezcla de sustancias, cuya función es abatir la tensión superficial del agua, ejerciendo una acción humectante, emulsificante y dispersante, facilitando la eliminación de mugre y manchas. G. Marriot, 1997; NOM -120-SSA1-1994

## **Desinfectante**

Cualquier agente, por lo regular químico, capaz de matar las formas en desarrollo, pero no necesariamente las esporas resistentes. NOM -120-SSA1-1994

## **Sucio**

Los residuos que persisten en la maquinaria, utensilios y depósitos en la preparación de alimentos, reciben el nombre general de suciedad, si bien se trata sobre todo de restos de alimentos o de sus componentes, que deben eliminarse mediante limpieza.

En la mayoría de los casos se aprecia visualmente la existencia de suciedad en la superficie de los aparatos y utensilios, pero la localización de la suciedad no siempre puede hacerse a simple vista, como sucede con tuberías de conducción, válvulas, dispositivos de llenado, etc., que no pueden desmontarse a diario.

La capacidad de adherencia de la suciedad depende esencialmente de las irregularidades de las superficies de contacto. Cuanto mayor es la superficie real en relación con la geometría, con más facilidad se asienta y adhiere la suciedad. También ha de considerarse aquí el grado de intensidad de las irregularidades superficiales. De ahí que las superficies que vayan a contactar con los alimentos deban ser lo más lisas posibles, como las de acero electro pulido. Por la misma razón, en la práctica debe evitarse a toda costa la corrosión. Hayes, 1993; HYGINOV, 2002

## **Tipos de suciedad**

Siendo que el objetivo de la limpieza es la eliminación de la suciedad se debe identificar la manera del cómo se adhiere esta en las superficies que se quieren limpiar.

- Suciedad libre: impurezas no fijadas en una superficie, fácilmente eliminables.

- Suciedad adherente: impurezas fijadas, que precisan una acción mecánica o química para desprenderlas de la superficie.
- Suciedad incrustada: impurezas introducidas en los relieves de las superficies.

Gracias a la limpieza se puede eliminar la suciedad. La suciedad esta compuesta por una gran cantidad de sustancias que se denominan contaminantes, cuya composición varía según las actividades que se realicen, no es la misma suciedad en el área de recepción que en el área de proceso o almacenamiento. HYGINOV, 2002; Subsecretaría de Operación Turística, 2003.

La suciedad en general, esta compuesta de contaminantes biológicos, físicos y químicos, como se muestra en el cuadro 1.

### Superficie limpia

La que está libre de suciedad de todo tipo y no huele. Por lo tanto, es aquella de la que se han eliminado restos alimenticios, detergentes y desinfectantes. No contaminará los alimentos que contacten con ella y los microorganismos que posee, si es que tiene alguno, no afectarán a la calidad del producto durante su elaboración. Una superficie limpia no es necesariamente estéril. Hayes, 1993.

<b>Cuadro1. SUCIEDAD EN GENERAL</b>	
Contaminantes físicos	Polvo
Contaminantes químicos	Productos de limpieza
Contaminantes biológicos	Microorganismos, insectos y roedores

Fuente: Subsecretaría de Operación Turística, Manual a Nivel Operativo, Manejo Higiénico de los Alimentos. Impreso por Servicios litográficos Metropolitanos S.A. de C.V. 2003, Pág. 5.

### Esterilización

Proceso mediante el que se destruye toda forma de vida, incluida la microbiana.

### Zona de riesgo

En el contexto alimentario, se considera zona de riesgo, todo lugar donde se transforma o manipulan productos alimentarios, que pueden ser sustrato para el desarrollo microbiano. Degremont, 1991.

## 1.2. GENERALIDADES ACERCA DE LA LIMPIEZA

Los establecimientos alimentarios tienen como deber sacar al mercado alimentos de alta calidad. Como es lógico, el público consumidor espera disponer sobre todo de alimentos exentos de gérmenes patógenos, siendo así seguros y con la calidad deseada. Esto requiere medidas que aseguren una calidad duradera, la limpieza y la desinfección.

Los consumidores tienen el derecho de consumir alimentos producidos sanos y seguros. Una limpieza pobre puede llevar a pérdidas de las ventas y ganancias de productos alimenticios dañados, pérdida de la confianza del consumidor, mala publicidad y hasta acciones legales.

Los objetivos de la limpieza y desinfección de las superficies que contacten con alimentos pueden resumirse como sigue, (cuadro 2).

<b>Cuadro 2. OBJETIVOS DE LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN</b>	
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cumplir exigencias estéticas.</li><li>- Restablecer el normal funcionamiento de las instalaciones y utensilios tras su actividad.</li><li>- Prolongar la vida útil de instalaciones y utensilios.</li><li>- Asegurar la calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas.</li></ul>
Desinfección	<ul style="list-style-type: none"><li>- Proteger la salud del consumidor.</li><li>- Asegurar una calidad óptima de los alimentos frente a influencias microbianas.</li></ul>

La higiene es indivisible. Sólo una cadena ininterrumpida de medidas de limpieza desde la obtención de las materias primas hasta la entrega de los productos es capaz de evitar riesgos indeseables en el proceso. Jiménez, 1996; Wildbrett, 2000.

También en el aspecto económico la limpieza y desinfección revisten importancia, ya que la práctica de las mismas supone un esfuerzo económico, sea por consumo de sustancias limpiadoras y desinfectantes, agua y energía, sea por la utilización de aparatos e instalaciones especiales como máquinas limpiadoras de superficies, sea por la necesidad adicional de personal, espacio, corriente eléctrica y vapor.

Por una parte los consumidores podrían elevar sus exigencias sobre la calidad organoléptica y microbiana de los alimentos, y por otra las disposiciones legales y los impuestos obligan al industrial con crecientes exigencias en la normatividad

sobre aguas residuales a un menor manejo de agua y productos químicos auxiliares para reducir gastos.

Asegurar la calidad de las materias primas involucra contar con medidas de limpieza y desinfección, en unión a otras medidas encaminadas a combatir los microorganismos nocivos en áreas de almacenamiento.

Debido a la naturaleza de los alimentos y su forma de transporte, existen riesgos inherentes de que los alimentos se contaminen con todo tipo de residuos desde su colecta inicial hasta su transporte a la planta, previo a su transformación. Wildbrett, 2000.

Para garantizar la calidad de los alimentos es importante asegurar el tipo de tratamiento industrial que se les va a aplicar a los equipos y línea de producción (limpieza y desinfección) hasta obtener productos terminados inocuos y seguros para su consumo. El tratamiento industrial que comúnmente se realiza es el proceso continuo, reduciendo la carga microbiana. Si la limpieza y desinfección se realizan de forma inadecuada, quedan microorganismos que se reproducen y de esta manera se acumulan de forma creciente gérmenes que ponen en peligro la producción. De J. Fernández, 1968; Jiménez, 1996; Tomasi, 1994.

La lucha contra factores de riesgo de contaminación comprende varios grupos de medidas:

- La reducción de la tasa microbiana en el propio alimento, haciendo uso de las diferentes medidas (calentamiento y separación, por mencionar algunas).
- Impedir o al menos retrasar la multiplicación de la tasa microbiana residual que persiste en los alimentos controlando los factores ambientales (temperatura, contenido de agua/actividad de agua, etc.) o con ayuda de aditivos adversos a los gérmenes (conservadores).
- Evitar que se produzcan recontaminaciones, en particular adoptando medidas que reduzcan la cantidad de gérmenes presentes en todas las superficies de instalaciones y recipientes en contacto con los alimentos. Este objetivo se consigue con la desinfección acompañada de los efectos de la limpieza adicionando la implantación de las buenas prácticas de manufactura o algún otro sistema de calidad.

La habilidad, para monitorear con rapidez, facilidad y precisión los estándares de limpieza antes de empezar la producción ayuda a asegurar niveles más bajos de microorganismos en producto terminado. Esto genera una calidad de producto mejor, menos nivel de rechazo, menos riesgo de que el producto sea retirado, y una vida de anaquel mas larga. Algunas compañías que utilizan el sistema de monitoreo de higiene reportan una rebaja del 50 % en la cantidad de producto rechazado o retirado del mercado. ISSUE, 2001; Rodellar, 1999; Tomasi, 1994.

### 1.2.1. Control visual

El intento de una fábrica de apoyarse en controles visuales es que en el lugar de trabajo se cuente con el apoyo de la estructuración de señales, etiquetas, color-codificado, etc., de tal forma que el trabajador este familiarizado con el proceso y pueda hacer una inspección visual del área de trabajo, sepa qué está pasando, entienda el proceso, y sepa lo que está haciéndose correctamente y lo que está fuera de lugar.

Un despliegue visual relaciona información y datos a los empleados en el área de trabajo. Por ejemplo, mapas que muestran un cierto tipo de problema de calidad en las mesas donde se recibe la materia prima, al presentarse posibles manchas y oxidación.

Una fábrica con los controles visuales expansivos y desplegados informativos permitirá a los empleados saber inmediatamente cuando uno de los materiales o utensilios no se encuentra en las condiciones ideales de higiene.

Un control visual en la planta permite hacerle llegar al trabajador rápidamente la importancia de estar monitoreando constantemente el material y el equipo de proceso.

Tras la limpieza y desinfección es indispensable monitorear visualmente. Esto tiene la ventaja de que puede realizarse todos los días. Si una superficie está sucia, no sirve de nada realizar un control microbiológico, el cuadro 3 proporciona algunos criterios de evaluación de la limpieza. HYGINOV, 2002.

<b>Cuadro 3. CRITERIOS DE EVALUACION DE LIMPIEZA</b>	
<b>Área</b>	<b>Identificar</b>
Todas las superficies. Acero inoxidable. Tabla de corte de polietileno. Cuchillos.	Residuos, manchas. Brillo. Raspar con una cuchilla.
Máquinas.	Pasar un escobillón por la unión mango/hoja. Pasar un escobillón por los ángulos, ejes, tubos, etc.
Parte inferior de los muebles. Aire acondicionado.	Pasar el dedo (polvo). Pasar el dedo por las rejillas.

Fuente: HYGINOV, Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección. Ed. Acribia Zaragoza España, 2002. Pág. 43.

### **1.3. AGUA: PRODUCTO AUXILIAR PARA LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

El origen del agua utilizada por una planta de alimentos depende de la ubicación de la misma. Como consecuencia la composición del agua varía según sea subterránea (pozos propios de la planta), o superficial (arroyos, ríos, lagos, pantanos) o de la red municipal. En todos los casos el agua que entre a la planta debe ser potable.

Bajo ésta denominación debe incluirse el agua utilizada por la industria, establecimientos y casas particulares, en la preparación de alimentos y en la limpieza de los utensilios y recipientes que contacten con ellos. Eckenfelder, 1989; Kemmer, 1989.

El agua utilizada con fines técnicos recibe el nombre de "agua industrial" y no debe exhibir siempre la calidad de "agua potable", pero los requisitos exigidos pueden ser mas elevados si el agua industrial entra en contacto con los alimentos, de manera que elementos presentes en ella, como el hierro y cobre, pudieran influir sobre la calidad y capacidad de conservación de los alimentos. En cualquier caso, la composición del agua industrial debe ser tal, que su utilización o consumo no sea perjudicial a la salud de las personas. Anónimo 5, 1999; Apha, 1992.

En la mayoría de los establecimientos alimentarios difícilmente se puede separar el agua potable del agua industrial, por lo que es obligado limpiar y desinfectar preferentemente con agua potable. Las necesidades de agua de los diversos establecimientos alimentarios son muy variables, debido a los elevados precios del agua, se trata de ahorrar a toda costa. Así, resulta remunerativo recuperar y depositar las aguas de enjuagado, para luego utilizarlas para el prelavado en la siguiente limpieza. Degremont 13, 1991; Flick, 1991; Wildbrett, 2000.

#### **1.3.1. Composición del agua**

En la tabla 1 se muestran los valores deseables e indeseables para el uso del agua en el área de proceso en relación al agua potable e industrial. La diferenciación entre cifras de composición conveniente e inconveniente no sólo se refiere al agua potable sino también al agua industrial.

Los iones de calcio y magnesio determinan la dureza del agua. La suma de todos los metales alcalinos ligados a iones de bicarbonato,  $SO_4$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ , y  $PO_4$ , es la dureza total. Wildbrett, 2000.

**Tabla 1. VALORES DESEABLES E INDESEABLES DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE E INDUSTRIAL**

<b>Características y componentes</b>	<b>Valores deseables o admisibles</b>	<b>Valor limite</b>	<b>Valores indeseables</b>
Residuo evapor. mg/l	500	1.000	1.500-3.000 y más
Permanganato potásico consumido (KMnO <sub>4</sub> ) mg/l	Hasta 6	12	20-40 y más
Urocromo mg/l	No evidenciable	0.1	1-50 y más
Dureza total °d	Hasta 5	10	15-30 y más
Dureza carbonat. °d	Hasta 5	8.0	15-25 y más
Dureza no carbonat °d	Hasta 5	10	15-25 y más
pH	7.1-7.5	8.0	8.5-10 ó 7-3
Ion amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/l	Hasta 0.1	0.2	0.3-0.5 y más
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) mg/l	Hasta 50	100	150-250 y más
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/l	Hasta 50	100	150-250 y más
Manganeso (Mn <sup>2+</sup> ) mg/l	Hasta 0.01	0.03	0.1-0.2 y más
Hierro (Fe <sup>2+</sup> ) mg/l	Hasta 0.05	0.1	0.15-0.5 y más
Cloruros (Cl) mg/l	Hasta 20	30	40-60 y más
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/l	Hasta 25	50	75-125 y más
Nitrito (NO <sub>2</sub> ) mg/l	No evidenciable	0.05	0.1-0.2 y más
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) mg/l	Hasta 0.01	0.02	0.1-0.2 y más
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) mg/l aguas blandas	No evidenciable	1.0	3-10 y más
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) mg/l en aguas duras	Hasta 2	3.0	10-30 y más
Oxígeno (O <sub>2</sub> ) mg/l	Hasta 6-8	10	11-15 y más

Fuente: Tabla 1. Wildbrett Gerhard , Limpieza y desinfección en la Industria Alimentaria, Ed. Acribia, 2000. Pág. 23

#### **1.4. MEDIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LIMPIEZA**

Actualmente la maquinaria de procesado, las paredes y suelos, de las plantas de alimentos pueden limpiarse manualmente, pero se dispone en el comercio de una serie de utensilios y aparatos mecánicos que hacen más ligera esta labor. A continuación se citan algunos medios:

- ⊖ Vapor a presión.
- ⊖ Aparatos hidráulicos.
- ⊖ Aire comprimido.
- ⊖ Ultrasonidos.
- ⊖ Maquinas de limpieza portátiles.
- ⊖ Limpieza con espuma.

#### **1.4.1. Vapor a presión**

El vapor como tal no es un agente de limpieza, aunque se emplea fundamentalmente para la desinfección de las superficies metálicas. Sin embargo, puede utilizarse para eliminar suciedad, con determinada presión, se pueden ocupar para este uso pistolas de vapor, se encuentran en el comercio formas distintas que mezclan el vapor con la solución de detergente o con el agua a concentraciones requeridas; se usan bastante en la industria alimentaria y tienen la ventaja de bajos costos de mantenimiento y gran duración. Hayes, 1993; HYGINOV, 2002.

#### **1.4.2. Aparatos hidráulicos.**

Los chorros de agua a baja presión tienen poca utilidad en las plantas de alimentos y en el mejor de los casos su empleo se limita a la limpieza de suelos. Aunque por efecto de la fuerza mecánica puedan eliminar la suciedad de partes de la maquinaria difícilmente accesibles por otros medios, no puede evitarse que parte de la suciedad permanezca sin alterarse. Los chorros de agua a gran presión se emplean con éxito. Ciescerl, 1989.

#### **1.4.3. Aire comprimido.**

El aire comprimido puede utilizarse como fuerza motriz de los chorros de agua, pero su principal empleo en la industria es para eliminar el polvo y la suciedad de las superficies del equipo, tiene la ventaja de bajos costos de mantenimiento y buena duración, pero tiene el inconveniente de que más que eliminar extiende el polvo. Hayes 1993.

#### **1.4.4. Ultrasonidos**

Esta técnica es cara y ruidosa, se emplea en piezas pequeñas y delicadas del equipo. Las partes a limpiar se sumergen en baños de ultrasonidos con soluciones detergentes a 60-70°C. Un generador ultrasónico convierte la fuerza eléctrica en energía eléctrica de alta frecuencia y se convierte la energía en vibraciones mecánicas ultrasónicas. Estas vibraciones dan lugar a millones de burbujas de vacío microscópicas que explotan formando torbellinos en la solución de detergente, este proceso conocido como "cavitación" es el responsable del efecto limpiador.

#### **1.4.5. Máquinas de limpieza portátiles.**

Existen muchos tipos, debe de tenerse cautela al comprarlas ya que suelen ser caras, deben hacerse comprobaciones para establecer su buen funcionamiento, además de asegurarse de que se dispone de mantenimiento garantizado y de piezas de recambio en el comercio.

Las aspiradoras que pueden trabajar en condiciones de humedad o de sequedad se emplean mucho y en general se prefieren en lugar de los chorros de aire comprimido ya que, como se ha mencionado más atrás, la suciedad pulverulenta no se elimina. Otras máquinas combinan la limpieza a vacío con el cepillado, rascado y pulimentado del suelo. Las limpiadoras móviles a presión son muy utilizadas, pueden aplicar agua caliente y fría y la solución de detergente y algunas otras se emplean para la limpieza con espuma.

#### **1.4.6. Limpieza con espuma.**

Se ha popularizado mucho en paredes, suelos, zonas inaccesibles, vehículos y utillaje dotado de grandes superficies en contacto con los alimentos. En este tipo de limpieza se adiciona un agente espumante a la fórmula detergente para que se produzca una espuma densa, muy persistente, que permite que los agentes de limpieza contacten bastante tiempo con la suciedad; esto se ve facilitado por las propiedades adhesivas de la espuma que incluso se mantiene pegada a las superficies verticales, siempre que éstas estén sucias. Generalmente en la solución de lavado se incluyen agentes bactericidas, utilizando para este fin generalmente los compuestos de amonio cuaternario (QAC's). Otras ventajas de la limpieza con espuma es que se necesita menos solución de limpieza puesto que una parte de agua se convierte en diez de espuma. Las limitaciones de este tipo de limpieza son la necesidad de un sistema para generar presión, tener que asegurarse de que la espuma permanezca húmeda y la necesidad de emplear concentraciones de detergente algo mayores ya que las espumas se utilizan a temperatura ambiente. Hayes, 1993; HYGNOV, 2002.

### **1.5. MÉTODOS Y UTENSILIOS DE APLICACIÓN**

La aplicación de un método propio de la planta procesadora para la organización de los utensilios y para la obtención de mejores resultados de limpieza es fundamental, ya que lo que finalmente se busca es tener un buen control en cada parte del proceso aún cuando esta parezca mínima. Los métodos y utensilios de aplicación son especiales para cada caso en particular, y deben detallarse en los protocolos correspondientes establecidos en la planta.

**Cronología de limpieza**, se avanza siempre:

- De lo más sucio a lo más limpio.
- De lo más alto a lo más bajo.

**Realizar un mantenimiento**, de los estropajos y las bayetas reutilizables, después de cada uso:

- Lavado, aclarado, escurrido (manual o a máquina) y tendido, o
- Tratamiento a través de un servicio de lavandería.

**Almacenar**, los utensilios y productos en una dependencia o armario específico, ventilado y limpio, con las escobas con el cepillo abajo.

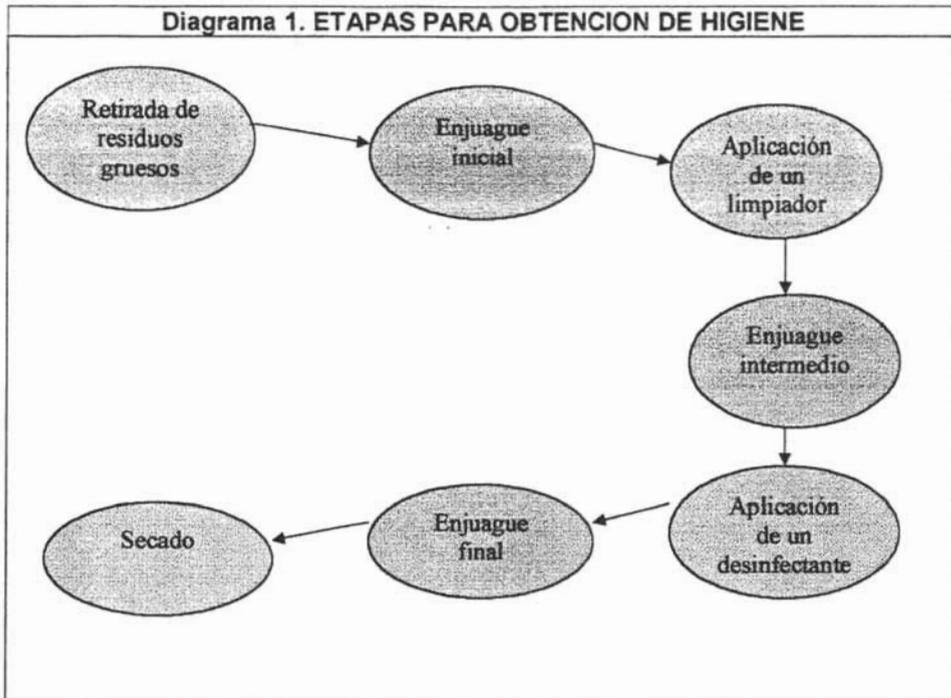
**Evitar**, dejar en remojo estropajos y bayetas en un baño que se convierte rápidamente en un caldo de cultivo.

Se deben elegir utensilios y un modo de aplicación adaptados al equipo: manual, mecanizado o automatizado.

La inversión económica se debe tomar en cuenta. Está claro que la adquisición de equipos de limpieza reduce los costos de mano de obra, y en algunos casos, puede mejorar la efectividad de las operaciones. Por ello es necesario el estudio económico al respecto. Sin olvidar que la adquisición de equipo automatizado de limpieza tiene un costo que debe justificar su adquisición. Bautista, 1993; HYGINOV, 2002.

### 1.6. ETAPAS DE LA HIGIENE

La higiene es un factor fundamental para obtener alimentos seguros por lo que es importante mencionar las etapas que normalmente se llevan a cabo y que son mostradas en el diagrama 1.



### **1.6.1. Retirada de residuos gruesos**

Se refiere a eliminar en lo posible cualquier cantidad de residuos entendiendo por residuos toda aquella basurilla ajena a la materia prima o producto a procesar como lo pueden ser cascarillas, palillos, alambre, restos de alimentos, piedrillas, etc. en la línea de proceso o en los equipos de trabajo. Esto se puede hacer manualmente, dependiendo del proceso o bien con la ayuda de mallas. La limpieza de piezas pequeñas del equipo, puede implicar su inmersión en agua caliente o fría para eliminar la suciedad que llevan adherida, los residuos mas persistentes puede eliminarse por cepillado o rascado manual.

Las cerdas de los cepillos serán duras o flexibles según sea el caso, pero ambas incapaces de dañar las superficies a limpiar. A este respecto no deben emplearse abrasivos, como los estropajos de acero y los cepillos de alambre, porque no solo dañan muchas superficies, incluidas las de acero inoxidable, sino que pueden pasar a los alimentos partículas metálicas Hayes, 1993.

### **1.6.2. Enjuague inicial**

En términos estrictos enjuagar es la culminación de limpiar. Es la eliminación de suciedad de superficies mediante tratamiento con soluciones acuosas frías o calientes sin determinación de la duración.

Es característica del proceso de enjuagado que, debido a la menor capacidad de adherencia de la suciedad se trabaja con cantidades de agua sustancialmente menores, el enjuagado es una operación que forma parte de la limpieza.

Además que sirve para arrastrar toda la materia que no esta adherida a la superficie de la línea o equipo que esta siendo limpiado; este seria el objetivo principal. ISSUE, 2001; Kemmer, 1989.

### **1.6.3. Aplicación de un limpiador**

El limpiador es fundamental porque cuando se añade al agua ayuda a la limpieza. Simplemente se tiene que asegurar que toda el área a limpiar tenga contacto con la solución ya sea de forma manual o automatizada.

Los limpiadores han de poder eliminar muchos tipos de suciedad bajo circunstancias distintas, por lo tanto, la relación de propiedades exigidas a un buen detergente es grande, como ser fácilmente solubles, ser buenos emulsificantes, no ser corrosivos; etc., estas solo por mencionar algunas. Hayes, 1993

### **1.6.4. Enjuague intermedio**

Este enjuagado tiene la finalidad de arrastrar el limpiador y la suciedad; se parte de la base de que la suciedad que aquí debe eliminarse sólo tiene una escasa

capacidad de adherencia, presentándose además esencialmente en forma dispersa o emulsionada, preparando así la superficie para que la siguiente operación sea efectiva. ISSUE, 2001.

#### **1.6.5. Aplicación de un desinfectante**

En raras ocasiones al desinfectar las superficies que contactan con los alimentos y las tuberías se necesita alcanzar la esterilidad absoluta. El fin normalmente buscado es disminuir el número de microorganismos, de forma que los que sobreviven (por ejemplo algunas esporas bacterianas) no influyan en la calidad microbiológica de los alimentos que contacten con dichas superficies. Por esta razón el término absoluto de "esterilizar" es muy poco apropiado por lo que en su lugar se empleara el de <<desinfectar>>.

Para la desinfección de la planta pueden emplearse, cierta temperatura y los agentes químicos, pero precedida de un lavado. La eficacia de los desinfectantes químicos se resiente por la presencia de suciedad y cuanto más limpia está la superficie a desinfectar más eficaz resultará el desinfectante utilizado. La desinfección debe seguir inmediatamente después de la limpieza, de forma manual o automatizada, aunque si el equipo dejó de estar activo mucho tiempo se recomienda (incluso sin suciedad) desinfectar las superficies por segunda vez, antes de poner en marcha una operación. Hayes 1993; Wildbrett, 2000.

#### **1.6.6. Enjuague final**

Es una forma de asegurar la limpieza realizada. El enjuagado final es también recomendable por razones estéticas (aspecto). Además, cierra el ciclo de una limpieza completa. Éste se debe llevar acabo con agua potable. ISSUE, 2001.

#### **1.6.7. Secado**

Cuando el equipo se deja mojado después de lavarlo, pueden proliferar microorganismos en la capa de agua. Por ello es importante secar el equipo cuanto antes, y si es posible, dejar que se seque naturalmente al aire o bien secar con técnicas que retiren físicamente el agua como con aire forzado o cuchillas de aire, o el secado por aspiradora.

Todo equipo que inevitablemente quede mojado durante un período en el que puedan desarrollarse un número importante de microorganismos, deberá desinfectarse antes de volverse a usar. Anónimo 3.

### **1.7. LIMPIADORES**

Los limpiadores son indispensables para llevar a cabo la limpieza de las superficies los cuales se eligen en función de la naturaleza y el estado de las

superficies y de la misma suciedad, pero también se contemplan consideraciones de tipo económico.

Las propiedades físico-químicas de la misma suciedad en la superficie permiten definir las características que son necesarias en los productos de limpieza:

- ∪ Poder dispersante: capacidad de desagregar las partículas de la suciedad y mantenerlas en suspensión.
- ∪ Poder emulsionante: capacidad de mantener la materia grasa dispersa en suspensión acuosa.
- ∪ Poder acomplejante o quelante: capacidad de acomplejar los minerales e impedir así que cristalicen precipiten o se incrusten en los materiales con los que contactan.
- ∪ Poder desengrasante: capacidad para dispersar y emulsionar grasas. HYGINOV, 2002.

### 1.7.1. Propiedades deseables

El limpiador ideal debería:

1. Ser fácilmente soluble en agua a la temperatura necesaria.
2. No ser corrosivo para las superficies del equipo.
3. Carecer de acción irritante sobre la piel y los ojos y no ser tóxico.
4. Inodoro.
5. Biodegradable; los detergentes han creado problemas al formar espuma en los sistemas de eliminación de efluentes, que actualmente han sido superados con el empleo de detergentes que son degradados por las bacterias del efluente.
6. Económico.
7. Fácilmente arrastrable con agua.
8. Estables durante el período de almacenamiento.
9. Limpiadores efectivos de todo tipo de suciedad, debido a la gran variedad de sustancias que deben eliminarse con los detergentes, tienen que poder :
  - a) Humedecer la superficie del material sucio.
  - b) Dispersar los materiales insolubles, que en otro caso formarían agregados, y mantenerlos en suspensión de forma que puedan ser arrastrados antes de que se redepositen en la superficie limpia.
  - c) Emulsificar grasas y aceites, es decir, descomponerlos en glóbulos pequeños y dispersarlos en forma que permanezcan suspendidos en solución.
  - d) Saponificar las grasas, es decir, convertir las grasas en jabones solubles.

Se puede notar que no se espera que los limpiadores posean propiedades bactericidas, si bien algunos las tienen. Sin embargo los limpiadores eliminan

físicamente un gran número de bacterias durante la limpieza lo que facilita la desinfección posterior.

Puesto que ningún producto posee todas las propiedades citadas, deben mezclarse varios para obtener formulaciones equilibradas de detergentes aptas para la necesidad de limpieza específica. G. Marriot, 1997; Hayes, 1993; Wildbrett, 2000.

### 1.7.2. Clasificación de los limpiadores

Los limpiadores pueden clasificarse como sigue:

- Alkalís inorgánicos, cáusticos y no cáusticos
- Ácidos inorgánicos y orgánicos
- Agentes de superficie activa: aniónicos, no-iónicos, catiónicos y anfotéricos.
- Agentes secuestrantes inorgánicos y orgánicos.

Las principales funciones de un compuesto limpiador son reducir la tensión superficial del agua, de manera que la suciedad pueda soltarse, y suspender las partículas de suciedad para su eliminación subsiguiente. Uno de los compuestos limpiadores más antiguos y mejor conocidos es el jabón común. Sin embargo su utilidad es limitada en las empresas de procesado y servido de alimentos, empleándose rara vez por que no limpia bien y además reacciona con aguas duras para formar grumos insolubles (como los formados en las bañeras). Un limpiador alcalino contribuye a la limpieza eliminando grasas, al suspender las partículas. Una vez en suspensión la grasa o el aceite, su eliminación mediante lavado es fácil. El proceso de suspensión de materias insolubles en agua por actuación de un limpiador se llama emulsificación.

En la emulsificación, el compuesto limpiador actúa entre el agua y la suciedad, la porción hidrófila de una molécula de compuesto limpiador es soluble en agua. En cambio la porción hidrófoba es soluble en la suciedad. Cuando las moléculas del limpiador rodean la suciedad, la formación de micelas da como resultado una partícula de suciedad en suspensión.

Es importante saber que los principales componentes de los detergentes realizan esencialmente la misma función que los limpiadores. Las terminaciones hidrófilas de los limpiadores coagulan en aguas duras, mientras que estas terminaciones de un detergente (surfactante) no cuentan con esta característica. Los detergentes son eficaces por que su agregación rebaja la tensión superficial de la solución, favorece el humedecimiento de las partículas, a la vez que libera y suspende las partículas de suciedad. Algunos limpiadores tienen acción detergente. G. Marriot, 1997.

Las principales propiedades de los compuestos limpiadores se muestran en la tabla 2:

**Tabla 2. PROPIEDADES IMPORTANTES DE ALGUNOS DETERGENTES CON DIFERENTE FORMULACIÓN<sup>a</sup>**

Clase	Detergente		Poder humec-tante	Poder disper-sante	Poder disol-vente	Poder emul-sificante	Poder saponi-ficante	Poder secues-trante	Arrastre por agua	Corrosi-vidad <sup>b</sup>	Poder bacteri-cida
	Componente										
Alcalis inorgánicos	Hidróxido sódico		1	1	4	1	4	0	1	0	4
	Metasilicato sódico		2	3	3	3	3	1	3	2	2
	Carbonato sódico		1	1	2	1	2	0	1	2	1
	Fosfato trisódico		2	3	2	3	3	2	3	1	2
Ácidos	Ácido sulfámico		1	1	3	1	1	3	1	0	3
	Ac. hidroxiaacético		1	1	2	1	1	3	2	2	2
Tensoactivos	Alquil-benceno sulfato sódico		4	4	2	4	0	0	4	4	0
	Lauril sulfato sódico <sup>c</sup>		4	4	2	4	0	0	3	4	0
	Nonil-fenol etoxilato		4	4	2	4	0	0	2	4	0
	Dodecil-diaminoetil glicina		4	3	2	4	0	0	3	4	1
Secuestrantes	Pirofosfato terasódico		1	2	2	2	2	3	3	4	1
	Tripolifosfato sódico		1	3	3	2	1	3	2	4	0
	Hexametafosfato sódico		1	3	1	2	1	3	3	4	0

Fuente: Hayes. P.R. Microbiología e Higiene de los Alimentos. Editorial Acribia 1993. Pág. 257.

<sup>a</sup> 4= excelente, 3= bueno, 2= regular, 1= pobre, 0= sin actividad

<sup>b</sup> 0 en esta columna corresponde al producto más corrosivo y 4 equivale a no corrosivo.

<sup>c</sup> Inestable en presencia de ácidos.

### 1.7.2.1. Álcalis inorgánicos

El principal ingrediente de muchos detergentes es un álcali. El hidróxido de sodio (sosa cáustica) es el más fuerte de los álcalis y además barato. Posee excelentes propiedades disolventes, es bactericida. Sin embargo es muy corrosivo para los metales y en especial para el aluminio, debe tenerse gran cuidado al usarlo pues puede producir graves quemaduras en la piel; por esta razón cuando se trabaja con este detergente, deben emplearse ropas y anteojos protectores y guantes de goma resistentes.

El metasilicato sódico aunque es un álcali fuerte no es cáustico y, por lo tanto, es mucho menos corrosivo que el hidróxido sódico por lo que ambos se combinan con frecuencia. Sin embargo, constituye por sí mismo un buen agente de limpieza al poseer capacidades dispersantes y emulsificantes eficaces y ser fácilmente enjuagables, tiene el inconveniente de ser relativamente caro. G. Marriot, 1997; Hayes 1993.

### 1.7.2.2. Ácidos inorgánicos y orgánicos

Los ácidos se emplean poco en la industria alimentaria ya que son corrosivos en mayor o menor extensión; y carecen de versatilidad como agentes de limpieza, además muchos son peligrosos y pueden causar quemaduras graves, por lo que deben usarse ropas protectoras. Dentro de los inorgánicos antiguamente se empleaban en la industria lechera el *clorhídrico*, *sulfúrico* y *nítrico*, pero debido a su naturaleza tan corrosiva han sido sustituidos por ácidos más débiles, entre ellos se encuentran el *fosfórico* y el *sulfámico*, que son menos corrosivos cuando se acoplan con un inhibidor de la corrosión, siendo muy eficaces.

Los ácidos orgánicos que poseen acción bacteriostática, (bajo condiciones específicas, previene el desarrollo bacteriano) son mucho más débiles que los inorgánicos y por lo tanto, más seguros durante su manejo. Entre los ácidos orgánicos que se incorporan a las fórmulas de los limpiadores se encuentran los siguientes: *glucónico*, *hidroxiacético*, *cítrico* y *tartárico*. Los limpiadores ácidos generalmente llevan inhibidores de la corrosión y agentes humectantes. G. Marriot, 1997; Hayes 1993; Wildbrett, 2000.

### 1.7.2.3. Agentes de superficie activa

Los agentes de superficie activa o surfactantes disminuyen la tensión superficial del agua para facilitar el mojado. El agente de superficie activa clásico es el jabón que está constituido corrientemente de sales potásicas o sódicas de los ácidos grasos, como el esteárico, palmítico y oleico. Los agentes de superficie activa tienen una estructura molecular formada por una porción hidrofílica (literalmente amante del agua) y otra hidrofóbica (que odia el agua). Por lo tanto, un extremo de la molécula es atraído por el agua y el otro repelido, pero atraído por las grasas (es decir, es lipófila); en consecuencia se establece un puente entre el aceite y el

agua, lo que constituye ya el fundamento de la acción limpiadora de los agentes de superficie activa.

Los surfactantes son excelentes emulsionantes, tienen buenas propiedades humectantes y poder de penetración, no son corrosivos, ni irritantes y son arrastrados fácilmente por el agua. Dentro de los aniónicos se encuentra el sulfonato de sodio, de los catiónicos bromuro de cetil amonio y de los anfotéricos Alquil Dimetil Betaína.

Muchos surfactantes originan grandes cantidades de espuma, sobre todo cuando se origina turbulencia durante la limpieza. Para evitar dicha formación se incorporan a menudo a sus fórmulas agentes antiespumantes, con el fin de conseguir detergentes que forman poca espuma, que son los requeridos para la mayoría de las operaciones de limpieza de la industria alimentaria. G. Marriot, 1997; Hayes, 1993, Wildbrett, 2000.

#### **1.7.2.4. Agentes secuestrantes inorgánicos y orgánicos**

El agua verdaderamente blanda posee propiedades limpiadoras que van disminuyendo progresivamente a medida que se disuelven en ella cada vez más sales de calcio y magnesio; esto es, el agua se vuelve más dura lo que conlleva a que las sales precipiten y formen escamas. Los agentes secuestrantes se adicionan a los detergentes para evitar la precipitación de las sales, aunque a la larga resulta mucho más barato ablandar el agua que añadir grandes concentraciones de secuestrantes a los detergentes. La cantidad de secuestrante depende de la dureza del agua y de la fórmula del detergente.

*Los agentes secuestrantes inorgánicos* que pueden ser utilizados son los polifosfatos que, además, le proporcionan a los detergentes otras propiedades convenientes, muchos son buenos emulsionantes, agentes disolventes y dispersantes. De los polifosfatos el pirofosfato tetrasódico es barato y muy empleado, pero actúa principalmente como precipitante, siendo mejor secuestrante del magnesio que del calcio. El tripolifosfato sódico y el tetrafosfato sódico son muy buenos secuestrantes, eliminan iones de calcio y magnesio del agua. El hexametáfosfato sódico es el menos estable de los polifosfatos y resulta ser caro; es el mejor agente secuestrante de calcio, pero mucho menos eficaz frente al magnesio.

*Los agentes secuestrantes orgánicos* llamados también agentes quelantes, ejemplos de estos son el ácido etilendiaminotetra-acético (EDTA) y el ácido nitriloacético (NTA), a pesar de su costo, se utilizan mucho en las fórmulas de detergentes líquidos debido a su gran solubilidad. El NTA es el secuestrante orgánico cuya relación precio-eficacia es la mejor. El EDTA es todavía más eficaz, pero resulta relativamente caro. El gluconato sódico y el heptonato sódico son secuestrantes muy potentes en condiciones de alcalinidad débiles; están especialmente indicados para quelar el hierro y pueden emplearse para tratar la corrosión. Hayes, 1993.

### 1.7.3. Formulación de detergentes

Las fórmulas modernas de detergentes son mezclas cuidadosamente preparadas, de distintas sustancias químicas, cada una de las cuales contribuye a las propiedades buscadas en el detergente. El precio es un factor importante, por lo que hasta donde sea posible, los detergentes no contendrán sustancias inaprovechables y se emplearán a las concentraciones indicadas, de la forma más económica que sea posible para alcanzar la limpieza deseada; es decir no manipular las concentraciones ya que se podría tener un efecto adverso. Cada tipo de suciedad a eliminar y cada superficie a limpiar exige un detergente distinto pero en la práctica con tres o cuatro formulas distintas puede ser suficiente.

Existen detergentes en polvo y líquidos. Los primeros tienen la ventaja de estar corrientemente más concentrados y es más difícil que se pierda material al preparar sus soluciones. Posiblemente los líquidos se distribuyen y miden con más facilidad y exactitud pero en la práctica se pierde bastante detergente concentrado debido a que se preparan soluciones demasiado fuertes. Hayes, 1993.

Un agente de limpieza de tipo general debe contener sustancias alcalinas para disgregar la grasa, surfactantes para facilitar la humectación, la dispersión y el enjuagado, y secuestrantes para estabilizar el magnesio y el calcio.

La prueba final de la eficacia de cualquier detergente se mide por el grado de limpieza alcanzado en la práctica, por el tiempo, el esfuerzo y dinero necesarios para alcanzarlo. En ocasiones se necesita modificar las formulaciones cuando se observan dificultades, pero ello deberá realizarse con previa consulta y asesoría con los fabricantes de los detergentes. Layman, 1984.

### 1.7.4. Factores que influyen en la eficacia de los detergentes

La importancia de controlar la dureza del agua, ablandándola o adicionándole agentes secuestrantes, es factor a considerar, sin embargo, otros factores influyen como la concentración y temperatura de la solución detergente así como el tiempo en el que actúa y fuerza con que se aplica.

Todo detergente tiene una concentración mínima necesaria para una limpieza eficiente bajo una serie de circunstancias dadas, el aumentar la concentración por encima de ese mínimo, mejora el efecto limpiador, pero con unos rendimientos cada vez menores y con unos costos mayores, por lo que hay una concentración óptima que debe buscarse en condiciones comerciales.

A medida que aumenta la temperatura, la velocidad de la reacción del detergente y la suciedad también lo hacen, es decir la temperatura la mayoría de las veces juega un papel importante si se emplea con el detergente en condiciones ideales establecidas por el fabricante se tendrá por seguro su eficacia reflejada en la eliminación de la suciedad, todo lo cual se traduce en que la suciedad se elimina de las superficies más fácilmente; otra ventaja de las temperaturas mayores es

que generalmente disminuyen la viscosidad lo que da lugar a un aumento de la turbulencia, hecho de gran importancia en el CIP. Los efectos del tiempo se parecen a los de la concentración en que hay un tiempo mínimo y óptimo de contacto entre suciedad y detergente. Hayes, 1993.

## **1.8. DESINFECTANTES**

Los desinfectantes comprenden una gran importancia en el proceso de higiene que implica la destrucción de los microorganismos patógenos de las superficies y del equipo; de tal forma que aunque persistan algunos microorganismos no afecten a la calidad microbiológica de los alimentos que contactan con las partes desinfectadas.

Al desinfectar en raras ocasiones la superficie que contacta con el alimento y las tuberías se necesita alcanzar esterilidad absoluta, es decir, una instalación de un establecimiento, para que no pueda infectar, debería estar estéril, pero esto resulta demasiado exigente para un establecimiento alimentario pero no se descarta su posibilidad en determinados procesos o análisis ya que son procesos independientes.

### **1.8.1. Propiedades deseables**

Los desinfectantes que se deseen utilizar en las superficies que contactan con los alimentos deben cumplir en condiciones ideales lo siguiente:

1. Destruir rápidamente los microorganismos.
2. Ser suficientemente estables en presencia de residuos orgánicos.
3. No ser corrosivos ni dar color a ninguna superficie de la planta.
4. Ser inodoros o no desprender olores desagradables.
5. No ser tóxicos, ni irritantes a los ojos o a la piel.
6. Fácilmente solubles en el agua y arrastrables por enjuagado.
7. Estables.
8. Económicamente competitivos habiendo un equilibrio costo-efectividad.

### **1.8.2. Clasificación**

Los desinfectantes más empleados en la industria alimentaria son los siguientes:

- ⊖ Compuestos que liberan cloro.
- ⊖ Compuestos de amonio cuaternario.
- ⊖ Iodóforos.
- ⊖ Compuestos anfóteros.

### **1.8.2.1. Compuestos que liberan cloro**

De todos los desinfectantes de la industria alimentaria los hipocloritos son los que más se utilizan, aunque hay otros compuestos que liberan cloro que se emplean en menor extensión. Entre los últimos está el cloro gaseoso y el fosfato trisódico clorado, así como las cloraminas orgánicas, derivados del ácido isocianúrico y la diclorodimetilhidantoina.

En general los compuestos que liberan cloro son desinfectantes potentes. Son sensibles a ellos gran cantidad de bacterias, muchos de los compuestos que liberan cloro son baratos; todos son fáciles de usar, sin embargo para prevenir los efectos de la corrosión es imprescindible mantener un pH alto, lo que como consecuencia acarrea cierta pérdida de la actividad bactericida. Quizá el inconveniente de estos agentes es que se inactivan rápidamente en presencia de materia orgánica, otra desventaja es que deben enjuagarse cuidadosamente para evitar la corrosión. G. Marriot, 1997; Hayes 1993.

### **1.8.2.2. Compuestos de amonio cuaternario**

Los compuestos de amonio cuaternario, conocidos como "cuaternarios", "quats" y "QACs" son esencialmente sales de amonio. Los desinfectantes QACs más comúnmente empleados son los siguientes: bromuro de cetiltrimetil-amonio y cloruro de laurildimetilbencil-amonio.

Los QACs son bactericidas muy activos frente a las bacterias Gram positivas, salvo que se les haya añadido secuestrantes, ya que estos disminuyen su efectividad, las esporas bacterianas son relativamente resistentes, si bien previenen su desarrollo. Las superficies, después de ser desinfectadas con QACs, presentan una película bacteriostática debida a la adsorción del desinfectante en la superficie, ésta película evita el crecimiento subsiguiente de bacterias residuales. Cuando se necesite el arrastre con agua puede mejorarse añadiendo al desinfectante una cantidad de surfactante no iónico.

Los QACs mantienen su actividad en un amplio rango de pH, si bien donde son más activos son en condiciones alcalinas débiles, cayendo rápidamente su poder cuando el pH es menor a 5. Son más caros que los hipocloritos, son poco afectados en presencia de restos orgánicos, no son corrosivos, no irritan la piel, salvo a grandes concentraciones por lo que pueden manipularse con seguridad.

Cuando están concentrados pueden almacenarse por mucho tiempo sin que se pierda su actividad, forman frecuentemente espuma vigorosa en solución, por lo que no sirven para los sistemas CIP. G. Marriot, 1997, Hayes 1993

### **1.8.2.3. Iodóforos**

Los iodóforos son mezclas solubles de yodo con un surfactante que actúa como transportador del yodo, se debe a este el poder bactericida. Los iodóforos pueden

ser considerados como detergentes-desinfectantes, aunque el poder detergente depende de la cantidad de surfactante de la mezcla. Cuando se utilizan los iodóforos como desinfectantes, se adiciona justo la cantidad de surfactante necesaria para disolver y estabilizar el yodo, pero cuando se emplean como detergentes-desinfectantes debe añadirse más surfactante para mejorar la función detergente. Son más activos en pH's de 3-5.

Los iodóforos destruyen rápidamente un amplio espectro de bacterias y se parecen a este respecto a los hipocloritos, sin embargo, frente a las esporas los iodóforos son menos activos que los hipocloritos.

Los iodóforos son caros y consecuentemente no se utilizan mucho, no son corrosivos, ni irritantes, ni tóxicos y tienen un ligero olor, pero hay que enjuagar bien después de su empleo. Algunos materiales absorben el yodo y se colorean por lo que deben evitarse los contactos prolongados para prevenir la posible tinción de los alimentos. Se emplean principalmente en la industria lechera en donde actúan como bactericidas, en los sistemas CIP pueden producir espuma, por lo que en las formulaciones para este fin debe incorporarse un surfactante que genere poca espuma, se puede trabajar con temperaturas de hasta 50°C. G. Marriot, 1997; Hayes, 1993.

#### **1.8.2.4. Compuestos anfóteros**

Generalmente son mas caros que los otros desinfectantes y no son bactericidas especialmente potentes, aunque pueden mezclarse con los QACs para mejorar su potencia, no son corrosivos, no son tóxicos e incluso diluidos son inodoros y estables durante mucho tiempo, sin embargo pueden formar espuma y debido a su alto precio y limitada actividad no se utilizan mucho en la industria alimentaria. Existen algunos compuestos anfóteros derivados de la imidazolina, que son bactericidas relativamente potentes, un ejemplo es el ácido etil-β-oxipropiónico-imidazolina. Hayes 1993.

#### **1.8.3. Desinfección y características de acción**

En las medidas de limpieza industrial predominan las "superficies inertes y vivas", es decir, las superficies de las instalaciones de producción y todas las demás superficies que en el camino seguido por los alimentos desde el punto de origen hasta el consumidor tienen contacto con éstos. Naturalmente, las superficies deben tratarse con cuidado en el sentido de una protección segura de los materiales, por lo que deben utilizarse con preferencia sustancias que desarrollen una acción eficiente y directa contra los microorganismos. Wildbrett, 2000.

#### **1.8.4. Tipos de desinfección de superficies en contacto con alimentos**

La eficacia de la higiene se resiente por la presencia de suciedad y cuanto más limpia esté la superficie a desinfectar más eficaz resultará la desinfección. La desinfección debe de seguir inmediatamente a la limpieza, aun si el equipo se dejó

estar inactivo mucho tiempo se recomienda desinfectar las superficies por segunda vez. Para desinfectar pueden emplearse diferentes técnicas, un ejemplo de ellas puede ser la temperatura y los agentes químicos, pero antes haber realizado un lavado confiable.

La desinfección puede ser:

- a) Térmica.
- b) Química.
- c) Químico-térmica.

Se consigue desinfectar por la acción tanto de productos químicos, como de la temperatura. Deben considerarse métodos químicos todas aquellas medidas que se llevan a cabo por debajo de los límites de la destrucción térmica de los gérmenes y dentro de tiempos de actuación adecuados. Una desinfección puramente térmica requiere condiciones de pasteurización durante determinados tiempos mínimos. La combinación de efectos químicos y térmicos se incluye dentro de la amplia zona de desinfección químico-térmica.

Básicamente, también se puede desinfectar con un esfuerzo lógicamente mayor aplicando una fuerza mecánica en ese campo o superficie a limpiar. Sin embargo la desinfección térmica presupone la aplicación de temperaturas superiores a 100°C, que solo pueden alcanzarse con ayuda de aparatos especiales para ello. Para la realización práctica de las diversas operaciones desinfectantes se disponen en principio de los mismos medios técnicos utilizados en la limpieza. Se emplean en la práctica las mismas instalaciones para la limpieza y la desinfección combinadas, éste es forzosamente el caso.

En el tratamiento de superficies limpias pueden no usarse, en general, acciones mecánicas fuertes de la solución desinfectante en forma de presión, velocidad de flujo y turbulencia. Basta con bañar uniformemente las superficies a desinfectar y mantener durante el tiempo preciso la solución elegida. De acuerdo con el consumo de principio activo, debe utilizarse una solución lo más reciente posible, para tratar siempre las superficies a limpiar con cantidades suficientes de principio activo germicida. G. Marriot, 1997; Wildbrett, 2000.

#### **1.8.5. Tipos de sistemas de desinfección**

Las superficies en la transformación de alimentos se ensucian inevitablemente y necesitan limpiarse. La desinfección debe llevarse a cabo si no continuamente, al menos a intervalos regulares y frecuentes, de forma que se mantenga constantemente la buena calidad del producto. Hayes 1993.

Existen dos tipos de sistemas de desinfección:

- 1) Sistemas cerrados.
- 2) Sistemas abiertos.

### **1.8.5.1. Desinfección de sistemas cerrados**

Este método ha sustituido en gran parte a la limpieza manual del equipo empleado. El principio en que se basa la forma CIP (cleaning in place) es la circulación secuencial del agua, de los detergentes y los desinfectantes por la tuberías y el equipo de proceso. La fuerza mecánica, generada por el flujo de líquidos por las tuberías y por las cabezas nebulizadoras, ayuda a la eliminación de la suciedad de las superficies que contactan con los alimentos. Hayes 1993.

Las tuberías de conducción y los tanques, así como todas las instalaciones en circuito cerrado, exhiben condiciones óptimas de tratamiento. En el llamado método CIP se alcanzan sin problemas todas las superficies internas en contacto directo con los alimentos.

Desde el punto de vista de desinfección, coinciden circunstancias particularmente buenas en el método CIP: los gérmenes bañados con la solución resultan rodeados por todas partes de principio activo, por lo que los microorganismos mueren enseguida. La temperatura no sólo puede ajustarse y controlarse automáticamente, sino también elegirse de acuerdo con las necesidades del cliente sin embargo las particularidades económicas, operativas y referentes a la corrosión limitan las intervenciones.

El desmontado de armaduras, puntos de conexión, agitadores, instrumentos de medida dosificación y llenado sólo es parcialmente necesario por razones técnicas de la limpieza. Con frecuencia es la única posibilidad de asegurar el buen éxito de la desinfección. Si se realiza este trabajo adecuadamente, después de una prelimpieza CIP, se limpia una vez más si es preciso a mano y se dejan las piezas sumergidas en un baño desinfectante. Esta desinfección mediante inmersión es equiparable también a una desinfección in situ. Con tiempos de actuación largos hay que reducir al mínimo los riesgos de corrosión. La desinfección resulta defectuosa cuando las piezas no se sumergen del todo o si incluyen aire. G. Marriot, 1997; Wildbrett, 2000.

#### **1.8.5.1.1. Ventajas de sistemas cerrados**

A continuación se enlista las ventajas de utilizar el sistema CIP.

- Menor costo de mano de obra.
- Funcionamiento más económico por un aprovechamiento óptimo de las soluciones de limpieza y desinfección.
- Mejores estándares de limpieza al seguirse exactamente los programas de limpieza.
- Mejor aprovechamiento de la planta con una limpieza programada.
- Menos fugas y menos desgaste mecánico de tuberías y equipo al no tener que desmantelarlos y montarlos continuamente.

- ↳ Mayor seguridad al disminuir la manipulación de detergentes y desinfectantes.
- ↳ Evitar la necesidad de penetrar en los grandes depósitos y de limpiarlos manualmente. Hayes, 1993.

### **1.8.5.2. Desinfección de sistemas abiertos.**

A diferencia de la desinfección en sistemas cerrados, en la que se utilizan volúmenes de solución relativamente grandes por unidad de superficie, en las instalaciones abiertas debe trabajarse generalmente con una película de líquido, que en muchos casos sólo actúa breve tiempo, por ésta razón, la desinfección sólo requiere aquí una escasa cantidad de solución por unidad de superficie.

De aquí que en el tratamiento de superficies abiertas sea importante el empleo de concentraciones de desinfectante considerablemente elevadas, con objeto de aplicar por unidad de superficie cantidades equivalentes de principio activo.

El objetivo de la desinfección influye también sobre la elección del principio activo. Para desinfectar instalaciones cerradas se preferirán las sustancias activas de acción rápida y fácilmente eliminables mediante enjuagado. En las superficies abiertas especialmente verticales, es conveniente una cierta capacidad de adherencia. Revisten particular interés las consideraciones de limpieza en el trabajo en lo referente a olores y tolerancia para la piel. Por esto, en la limpieza y desinfección separadas de superficies abiertas de la industria alimentaria se utilizan regularmente compuestos de amonio cuaternario o ténsidos anfóteros.

La limpieza de superficies abiertas (mesas de trabajo, cintas y vehículos transportadores, tinas, calderas de mezclado, revolventoras, etc.) sólo puede mecanizarse en parte realizándose preferentemente a mano. Como medios mecánicos auxiliares hay aparatos de chorro de vapor y generadores de alta y media presión. Sólo en casos excepcionales se emplean pulverizadoras, instalaciones fijas y de rociado. El éxito de la limpieza como requisito previo a la desinfección sólo puede valorarse visualmente durante la operación de limpieza. Como ésta valoración, al igual que el tratamiento simultáneo de toda la superficie mediante la limpieza -con la excepción de la correcta limpieza con espuma-, resulta cuestionable, debe concederse especial valor a la desinfección que se extienda a toda una superficie. Brown, 1998; Wildbrett, 2000

## Capítulo 2. SEGURIDAD ALIMENTARIA

La seguridad de los alimentos consumidos por el hombre constituye, desde hace mucho, una tarea que debe ser controlada por una honesta actividad profesional, a través de organizaciones competentes legisladas estableciendo normas reconocidas. Estas prescripciones deben asegurar preferentemente en sus contenidos el buen estado de los productos alimenticios. Debe conseguirse que estos no se vean alterados ni amenazados, ni por el proceso de conservación, ni por otras causas.

La cuestión legislativa en el ámbito del derecho bromatológico y especialmente de la higiene de los alimentos, puede deducirse de los riesgos que ejercen influencia en este campo. Charley, 1999; De J. Fernández, 1968.

Por riesgo se entiende la probabilidad de contaminación de un producto, que puede tener consecuencias sobre la salud del consumidor o sobre su conservación del propio producto. Los alimentos están sujetos a muchos riesgos, dentro de los cuales se encuentran los riesgos influenciables indicados en el cuadro 4.

<b>Cuadro 4. RIESGOS INFLUENCIABLES EN ALIMENTOS</b>	
<b>AREA DE RIESGO</b>	<b>FACTORES DE RIESGO</b>
Instalaciones de producción	Construcción e instalación de un proyecto de planta. Posible tasa de gérmenes en materias primas. Corrosión existente en la línea o en los equipos.
Productor de materias primas	Gérmenes nocivos sobre vehículos y barriles de transporte.
Producción	Contaminación ó recontaminación de instalaciones. Restos de líquido de enjuagado. Presencia de microorganismos que afecten la calidad de los productos.
Personal trabajador	Medidas de limpieza y desinfección en el personal.
Consumidor	Microorganismos patógenos humanos. Presencia en el alimento de gérmenes/toxinas y sustancias extrañas.

Fuente: Rodellar Lisa Adolfo, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ed. Alfa Omega, 1999 pag 92.

Los medios utilizados para obtener la higiene deben ser adaptados a los objetivos microbiológicos y físico-químicos fijados para el producto en sus diferentes fases de elaboración, por lo que el riesgo se dará en una zona donde se manipula un

producto; tomando en cuenta que lo que se busca es que el producto se conserve durante un tiempo y sea seguro para el consumidor.

Cada empresa define sus niveles de riesgo en función de su actividad los cuales pueden ser:

- Riesgo nulo.
- Riesgo mínimo.
- Riesgo medio.
- Riesgo severo.
- Riesgo muy alto.

En cada planta se tendrán en cuenta los criterios mostrados en el cuadro 5 (que pueden ser insuficientes en determinados casos para disminuir los riesgos).

<b>Cuadro 5. CRITERIOS DE RIESGO</b>	
<b>Circunstancias que disminuyen los riesgos</b>	<b>Circunstancias que incrementan los riesgos</b>
Manipulación de productos preembalados.	Manipulación de productos sin envasar.
Productos estables ( $a_w$ , y/o pH bajos).	Materiales en contacto con los productos.
Productos de consumo inmediato.	Productos de riesgo ( $a_w$ , y/o pH elevados).
Producto que debe sufrir una cocción o someterse a un tratamiento térmico.	Productos que deben conservarse un tiempo, de consumo no inmediato.
	Productos que se consumen frescos.
	Productos que corren el riesgo de sufrir rupturas en la cadena del frío o del mantenimiento a altas temperaturas.

Fuente: HYGINOV, Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España, 2002, pag.15.

Debe considerarse que en la recolección de la materia prima así como en el transporte, el propio producto puede contaminarse interviniendo así las cargas microbianas propias de los productos y de las materias primas introducidas en la planta. HYGINOV, 2002.

La dificultad de dictar normas legales obedece por una parte a la capacidad analítica disponible, y por otra a lo que se considere en cada caso estado deseable de los alimentos, sin olvidar que la limpieza debe ser requisito previo al consumo, que no necesita definición mayor.

Una cuestión relacionada con la operación de limpieza es la inocuidad de los residuos. Evitando que estos puedan pasar a los alimentos, residuos tóxicos nocivos, resulta obligación un último lavado general con agua potable. De aquí se deduce que se desearía una tolerancia 0 para residuos de productos limpiadores y desinfectantes. Anónimo1 1992, Instituto Nacional de Ecología, 2000; Vega 1999.

## **2.1. MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE HIGIENE**

La higiene tiene consecuencias importantes para los establecimientos alimentarios:

1. Legales: si sacan al mercado alimentos nocivos para la salud.
2. Económicas: al producirse pérdidas de alimentos mal conservados.
3. Técnicas: cuando la existencia de superficies sucias no garantiza la elaboración de productos en buen estado.

Dada la heterogénea estructuración de un establecimiento de esta especialidad sea industrial o comercial, los múltiples aparatos y su variable estado, y materiales constitutivos no es misión fácil de organizar y llevar a cabo con eficacia las medidas de limpieza. Por lo que se parte del establecimiento de medidas para prevenir la obtención de alimentos poco seguros, las cuales son:

- Medidas educativas
- Medidas de aseguramiento

### **2.1.1. Medidas educativas**

La higiene resulta con frecuencia más eficaz explicándola que practicándola. Solo puede esperarse la comprensión de las medidas de higiene de aquellas personas que cuenten con algunos principios de microbiología. Lo correcto no es que limpien y desinfecten los directivos o técnicos del establecimiento que cuentan con adecuada instrucción bacteriológica, sino un simple obrero.

El que realiza un trabajo manual, está acostumbrado a ver y juzgar el resultado de su actividad. Esto es posible generalmente después de practicar la limpieza. En cambio el resultado de una desinfección no se puede ver por desgracia de forma inmediata, si no que las consecuencias se aprecian más tarde, cuando no se trabajó con el cuidado suficiente.

Muchas veces surge el problema de que la mano de obra necesaria para llevar a cabo medidas de limpieza eficaces no será soportable económicamente. La solución correcta la puede aportar el laboratorio bacteriológico, ya quien lleva a cabo los análisis, son el personal capacitado para ello al comparar calidad y capacidad de conservación de los productos obtenidos. Al ser la limpieza y desinfección fases esenciales de la elaboración y transformación de alimentos y

originar costos elevados, en algunos casos debe llevarse a cabo un estricto control de los efectos de las medidas practicadas. La frecuencia de estos controles no debe depender de la frecuencia de las alteraciones presentadas, sino más bien regirse por la probabilidad de presentación de una producción deficiente. Fellowz, 1991; Wildbrett, 2000.

El control de las medidas higiénicas no debe dejarse a expensas de interpretaciones personales. Los resultados no deben de dejar lugar a dudas ni minimizarse. Resulta por tanto necesario incluir al personal del establecimiento en todos los niveles y no se debe reducir la desinfección a prácticas simbólicas.

La cadena de limpieza debe ser continua, uno de sus eslabones más importantes es la desinfección permanente y sobretodo eficaz, de todas las partes de un establecimiento alimentario, de sus locales, instalaciones, medios de transporte, utensilios de trabajo, y, por último, de los propios operarios. Por lo que es necesario mantener un control para poder detectar posibles deficiencias en el producto. G. Marriot, 1997; Wildbrett, 2000.

#### **2.1.1.1. Controles de limpieza**

Para conocer el estado de limpieza de un establecimiento, éste debe controlarse a fondo. El programa de higiene por consiguiente debe contemplar el control de las operaciones, en el que deben tomarse en cuenta estas preguntas:

- ¿Qué debe comprobarse?
- ¿Quién debe hacer las comprobaciones?
- ¿Cómo se debe comprobar?
- ¿Con qué frecuencia, cuándo y dónde hay que comprobar?
- ¿Por qué hay que comprobarse? ISSUE, 2001; Wildbrett, 2000.

#### **2.1.1.2. Control del personal**

La higiene del personal es importante considerarla, ya que el propio ser humano es fuente de contaminación al estar en constante contacto con los alimentos, por lo que es necesario cumplir con ciertas reglas de higiene. En el punto sobre ¿Qué debe comprobarse?, corresponde en primer lugar al control del personal, tomando en consideración el peligro que suponen los gérmenes patógenos.

Aquí pese a la tecnificación y mecanización, las manos revisten una importancia decisiva en la elaboración y preparación de alimentos.

Es inevitable mencionar el riesgo por contaminación no sólo en los alimentos, sino también en las máquinas, utensilios, toallas comunes, etc., como consecuencia el lavado de las manos cumple un papel trascendental desde el punto de vista de limpieza, por lo que debería considerarse un eslabón para la cadena de limpieza, aunque ésta operación resulta tan importante para la elaboración de alimentos, que las empresas recomiendan a los operarios la limpieza de las manos mediante

carteles. Las compañías deben contar con lavabos con detergentes y sanitizantes en la zona de trabajo, que facilite el lavado de las manos cuando por alguna razón se ensucian. G. Marriot, 1997; Wildbrett, 2000.

Es indispensable hacer participar a los operarios en la comprensión de la obtención de higiene. La reflexión conjunta en este caso permite a menudo tomar conciencia de deficiencias, o simplemente desviaciones aparecidas por la fuerza de la costumbre.

La higiene no es una acción "intelectual", dirigida por un superior sino que es un acto concreto que precisa la comprensión y la participación de todo el equipo de trabajo. Es muy útil organizar sesiones de formación del personal, para conseguir esa comprensión y una motivación adecuada. HYGINOV, 2002.

#### **2.1.1.2.1. Desinfección de las manos**

En la producción de alimentos, el hombre juega un papel como fuente de contaminación en el curso de los trabajos que no puede evaluarse suficientemente. La diseminación de su flora corporal y la transmisión por él de gérmenes ambientales deben limitarse en lo posible. A tal fin contribuyen en primer lugar medidas organizativas del trabajo, que deben evitar en lo posible el contacto directo con los alimentos. Si esto no es posible, para reducir el riesgo, deben limitarse los cambios de puesto de trabajo, en particular desde donde se manipulan materias primas "sucias" a la sección "limpia" de productos terminados. Utilizando ropa protectora limpia y cambiada frecuentemente, se reduce el riesgo de la diseminación de gérmenes. Por razones de seguridad, sólo deben emplearse aquellas ropas protectoras que puedan hervirse al tiempo de lavarse, someterse a un proceso de desinfección o ser desechables.

Las manos de las personas implican riesgos especiales. Donde sea inevitable el trabajo manual, debe adoptarse una de las siguientes medidas:

- » Limpieza de las manos lavándolas con jabón.
- » Desinfección de las manos con productos adecuados.
- » Utilizar guantes.

Mediante una limpieza a fondo de las manos, consiste en lavarlas con jabón y secarlas con toalla no recuperable, se consigue eliminar en buena medida la flora banal, los llamados gérmenes de la suciedad. Con esta operación se elimina también la mayor parte de los gérmenes intestinales remanentes después de ir al servicio. Wildbrett, 2000.

El lavado de manos es de los procesos más importantes en higiene del personal, este se debe realizar:

- Después de cada interrupción en el manejo de los alimentos, sobre todo si se tocan objetos que normalmente manejan muchas personas o algo como basureros, cajas, trapos, etc.
- Después de tocar alimentos crudos y antes de manipular otros alimentos.
- Después de tocar heridas o cortaduras, barros, etc.; en las heridas se puede encontrar la presencia de bacterias y tal vez la toxina del estafilococo y al tener contacto se quedan en las manos, por lo que se puede contaminar al alimento.
- Después de tocarse el cuerpo, cabeza, nariz, boca, etc.; ya que aunque se esté sano se puede contaminar a los alimentos en contacto. *Subsecretaría de Operación Turística, 2003.*

### **Técnica del lavado de manos**

Se ha insistido mucho en la importancia del lavado de manos ya que el objetivo es evitar la contaminación de los alimentos. A continuación se detalla la forma de hacerlo, si se lleva a cabo el lavado de manos en forma correcta, se evitará que los microbios de las manos pasen a los alimentos.

El procedimiento es el siguiente:

1. Mojar las manos.
2. Poner jabón bactericida, de preferencia líquido, tallar las manos con agua, jabón y cepillo.
3. Utilizar un cepillo para tallar cada uno de los dedos por la parte interna y externa, y entre los dedos. No olvidar las uñas.
4. El lavado de las manos debe iniciarse desde la punta de los dedos hacia el codo, en arrastre.
5. Enjuagar muy bien y realizar lo mismo con la otra mano.
6. Secar las manos ya sea con secadora de aire o toallas de papel desechable.

El cepillo debe colocarse en solución desinfectante de cloro o yodo cuando no se este usando, además que es necesario cambiar la solución por lo menos dos o tres veces por turno. *Subsecretaría de Operación Turística, 2003.*

#### **2.1.1.2.2. Higiene del personal**

La salud de un individuo también depende del grado de higiene de la comunidad. Actualmente, la sociedad se preocupa un poco más por realizar un conjunto de actividades que mantienen la buena calidad de vida. Estas actividades están asociadas con la inocuidad de los alimentos, para lo cual es muy importante tener en cuenta acciones como: controlar la calidad y abastecimiento de agua; así como controlar la calidad de los alimentos del campo a la mesa, eliminar basuras y residuos, combatir insectos y roedores causantes de enfermedades humanas e

higiene en cada una de las áreas en donde se encuentren los alimentos. Subsecretaría de Operación Turística, 2003.

La Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-1994, para la vigilancia epidemiológica, regula la prohibición de actuar y trabajar en el comercio de alimentos y marca las pruebas obligatorias a realizar al personal, junto con la prohibición de laborar a todo aquel personal que padezca determinadas afecciones intestinales, cutáneas o de las vías respiratorias.

Antes de empezar a trabajar por primera vez en una actividad de este tipo, hace falta un certificado del Departamento de Sanidad. En estas condiciones, la responsabilidad es tanto del que concede el trabajo como del que lo acepta.

En la limpieza del personal se incluye, además de disponer de ropa de trabajo y de protección, poner en práctica las siguientes medidas básicas de higiene personal:

- a) Personal enfermo debe alejarse de los alimentos: si se tiene gripa o tos no se debe estar en contacto con los alimentos, ya que es inevitable estomudar o toser. Si se tiene diarrea, tendrá que ir varias veces al servicio por lo que cada vez que se acuda, tendrá que lavarse las manos a conciencia con agua y jabón; cuando se tienen infecciones en la piel, esa zona tiene millones de microbios que por medio de las manos pasan a todo lo que se toca, contaminándolo. En estos casos es mejor informarle al supervisor, y ese día pasar al trabajador a laborar en otra área en donde no se esté en contacto directo con el área de proceso de los alimentos o bien con el propio alimento.
- b) Baño diario: se debe asegurar que el personal entre limpio a trabajar, por lo cual se prefiere que se bañe en la planta antes de comenzar las labores, sin embargo si no hay regaderas en la planta, entonces el baño debe ser en casa.
- c) Mantener uñas limpias, cortas y sin barniz.
- d) Utilizar malla, cofia o red que cubra el cabello por completo.
- e) Lavado de dientes después de cada comida, para evitar infecciones en la boca.
- f) Uso de uniforme perfectamente limpio. Es recomendable tener otro uniforme limpio en el locker para cualquier imprevisto.
- g) Uso de guantes: se recomienda que sean desechables y se debe hacer un lavado de manos antes de colocarlos, además de cambiarlos en cada cambio de actividad.

- h) Prohibido el uso de alhajas: pueden contaminar al alimento al tener contacto con ellos o incluso pueden caer sobre el propio alimento, además si se atorán o caen en el equipo, pueden descomponerlo o provocar un accidente.
- i) No fumar, comer o beber cerca del área de proceso de alimentos ya que la propia saliva puede contaminar. Subsecretaría de Operación Turística, 2003.

Las prescripciones de las órdenes de limpieza exigen la creación de condiciones adecuadas, entre las que hay que incluir instalaciones de lavado y medios de secado "higiénicamente intachables". Una limpieza evidente y lavarse las manos después de que se ensuciaron, sin olvidar la higiene del personal, lo que puede citarse como pauta general.

### **2.1.1.3 Control de locales, instalaciones y utensilios**

Al plan de limpieza no sólo pertenecen los cuidados de los utensilios en contacto inmediato con el alimento, sino también la limpieza del entorno, locales e instalaciones.

Los recintos de producción deben estar organizados de forma sencilla para poder ser inspeccionados con facilidad y para que sea fácil realizar la limpieza. Los revestimientos con azulejos ofrecen buen aspecto, dando la impresión de limpieza e higiene. Sin embargo esto es erróneo: el material de los azulejos no son lisos en su reverso, sino que exhiben estrías y depresiones, que pueden convertirse en nidos de cucarachas.

Esto sucede especialmente en aquellos sectores del establecimiento con temperaturas altas sostenidas, como grandes cocinas, panaderías y centrales lecheras. La limpieza del entorno influye sobre el alimento, porque pueden transmitirse microorganismos con los contactos y movimientos del aire. Hardenbergh, 1975, Jhones, 1995.

#### **2.1.1.3.1 Características de construcción de la planta**

Las principales prescripciones sobre la forma que deben tener las instalaciones construidas para la producción o tratamiento de alimentos, según esto, las máquinas y secciones de las plantas industriales que vayan a contactar con los alimentos, deben estar conformadas de manera que puedan limpiarse y desinfectarse bien en su totalidad, e incluso si es preciso esterilizarse. Esto exige un contacto directo y sin obstáculos de las superficies que vayan a contactar con los productos y los líquidos utilizados en la limpieza y desinfección.

Deben evitarse por ello los espacios muertos, aguas encharcadas y puntos de difícil acceso, así como las grietas y ranuras. Plantean problemas los cierres a rosca o a presión. Estos cierres deben considerarse, por consiguiente, puntos

críticos, cuando el producto líquido atraviesa en frío las tuberías de conducción y se introduce por las ranuras existentes. G. Marriot, 1997.

El principio fundamental de la higiene es la limpieza y es necesario tomar en cuenta factores como:

- » Amplitud: capacidad adecuada y proporcionada con respecto a los equipos, áreas de recepción, almacenamiento, conservación, servicio y espacio para personas que trabajen en él.
- » Ventilación: la aeración debe ser eficaz. Es necesario evitar la formación de aire estancado para evitar la acción de los microorganismos. La ventilación puede conseguirse de forma natural a través de puertas y ventanas, o de forma artificial a través de equipos de acondicionamiento de aire.
- » Iluminación: las áreas de trabajo deben estar bien iluminadas. No todas las áreas deben tener la misma iluminación. Las áreas de transformación y almacenamiento requieren de atención especial, pues el trabajador necesita de buena visibilidad. Las áreas de recepción requieren de condiciones de luz más estricto. En todos los casos todos los sistemas de iluminación, deben contar con dispositivos de protección para evitar las proyecciones de vidrio en caso de que estos se rompan.

### **2.1.2. Medidas de aseguramiento**

La reducción de la oferta de nutrientes para microorganismos es el objetivo esencial de la limpieza previa. El agua de post enjuagado utilizada a veces limita esta reducción de acuerdo con su constitución. Su contenido de minerales basta ya, en unión de vestigios de fuentes de carbono, para la multiplicación de las llamadas bacterias hídricas. Por esto no cabe esperar la completa exclusión de la multiplicación microbiana tras un enjuagado final con agua potable, pero sí la selección de determinados grupos microbianos.

La desecación de las superficies impide cualquier multiplicación, es fácil de conseguir en superficies abiertas y con baja humedad ambiental, y con máxima rapidez cuando el enjuagado final se hace con agua caliente. En los sistemas cerrados es difícil alcanzar una desecación completa. No siempre es posible hacer circular aire, aparte existe un riesgo de contaminación

Con objeto de acortar el tiempo de que disponen los gérmenes contaminantes para su multiplicación, además de las medidas descritas para prolongar la protección desinfectante, se puede recurrir a otras acciones. En la separación de limpieza y desinfección, esta última puede realizarse poco antes de iniciarse el proceso de producción, o bien se incluye una fase de desinfección o esterilización adicional al inicio de trabajo. Esto último es recomendable cuando haya altas exigencias de conservación, y necesario en el caso del envasado aséptico. G. Marriot, 1997; Wildbrett, 2000.

### **2.1.2.1. Práctica racional de higiene**

Los establecimientos alimentarios pueden contribuir de manera esencial a reducir los riesgos de la corrosión practicando medidas de higiene racionales. Aquí conviene tener presente que, en principio, todos los factores que incrementan la eficacia contra la suciedad y microorganismos potencian el peligro de un ataque a los materiales. De aquí que concentraciones, temperaturas y fuerzas mecánicas no deban elevarse por encima del nivel necesario para alcanzar una eficacia suficiente.

Todo ataque a los materiales se va dando, conforme avanza el tiempo. Por ello, se deben cumplir cuidadosamente los tiempos máximos de contacto. Como consecuencia, está vedada la desinfección estática de superficies de acero noble con soluciones que contengan cloro activo. Asimismo, las conducciones de tubos, depósitos y aparatos deben enjuagarse abundantemente una vez concluida la desinfección con cloro activo, con lo que se evita que se produzca corrosión durante los tiempos de inactividad, que pueden llegar a ser muy prolongados hasta que se reanuda el trabajo.

Existen peligros semejantes de corrosión a nivel de los elementos ya deteriorados en su funcionamiento, originándose grietas especialmente amenazadas por corrosión, en las que pueden actuar los iones de cloro formados a partir del cloro activo.

Antes de aplicar soluciones con cloro activo deben eliminarse completamente los restos de suciedad, ya que la materia orgánica absorbe el cloro. Wildbrett, 2000.

### **2.1.2.2. Control de la eficacia de la higiene**

El efecto de la higiene depende de numerosos factores. En cualquier caso, no siempre es fácil determinar la eficacia de una medida de higiene, resultando más sencillo en superficies lisas o superficies metálicas o brillantes, es más difícil o sólo puede realizarse con ayuda de medidas auxiliares en tuberías, grifos, dispositivos de llenado y aparatos cerrados como máquinas batidoras, amasadoras y prensas. Resultan particularmente complejos los resultados de la limpieza cuando las máquinas o utensilios no están suficientemente separados entre sí.

El control visual desempeña un papel importante en las tareas de limpieza, dando una orientación inicial sobre el estado de la superficie o del aparato en cuestión.

En los equipos que se usan por un lapso de tiempo, como máquinas llenadoras, tambores de agitación, el aroma del equipo previo al reinicio de las tareas es importante, sobre todo si en el curso de la pausa se multiplicaron en residuos de alimento no eliminado microorganismos generadores de aroma, como *Bacillus*

*Subtilis* en restos de masa o *Streptococcus Lactis* en residuos de leche. G. Marriot, 1997, ISSUE, 2001; Wildbrett, 2000.

Si se desea conseguir alimentos con calidad, los operarios deben contar con un registro de las operaciones de limpieza y desinfección, como se muestra en el formato 1. Esto permite verificar que se han realizado las tareas, y dirigirse a la persona implicada cuando sea necesario. Con este método se puede saber cuando se han realizado las tareas periódicas y cuando hay que volver a realizarlas. No debe tomarse como un control policial para los operarios, sino como un instrumento para ejecutar su trabajo y un reconocimiento a su labor. HYGINOV, 2002.

## **2.2. LOS RESIDUOS COMO FUENTE DE CONTAMINACIÓN**

El principio de cualquier procedimiento de limpieza es la remoción de residuos, restos de productos, materias extrañas y microorganismos, que se acumulan en los equipos durante el proceso de producción.

La falla en la remoción adecuada de los residuos puede finalmente generar el establecimiento de un depósito de suciedad en las superficies de producción. De ésta manera, dificulta la operación de higiene, y los residuos generan un medio rico en nutrientes que pueden promover el desarrollo microbiano.

Cuando esto ocurre, el producto estará en riesgo de contaminación pudiéndose afectar adversamente su calidad al tener contacto con la superficie de producción. Esto puede reducir la vida de anaquel del producto, ó bien que éste deba desecharse por contaminación con agentes contaminantes como son los microorganismos patógenos o toxinas.

El procedimiento de higiene juega un papel muy importante para ayudar a mantener la calidad en forma constante de un producto y es una característica destacada en un sistema de aseguramiento de la calidad. ISSUE; 2001; Vega, 1999; Wildbrett, 2000.

## **2.3. LA IMPORTANCIA DE VALIDAR EL PROCESO DE HIGIENE**

Cualquier procedimiento involucrado en mantener la calidad del producto, debe ser controlado en forma efectiva. Con el propósito de monitorear esos controles el proceso necesita ser validado para confirmar su efectividad.

Un número de opciones están disponibles para lograr una higiene efectiva, incluyendo:

- 1) Verificar la concentración de los agentes químicos para la limpieza.

**Formato 1. REGISTRO DE OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

Empresa:  
 Fecha de emisión:  
 Ficha elaborada por:

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	AREA Ó LOCAL	MATERIAL Ó SUPERFICIE	FRECUENCIA	TIEMPO ADJUDICADO
Limpieza y desinfección	Ejem. Sala despiece	Suelo	Dos veces al día	20 minutos
"	"	Paredes	Una vez ala semana	40 minutos
"	"	Mesas	Todas las tardes	15 minutos
"	"	Sierra	Todas las tardes	10 minutos
"	"	Cuchillos	Dos a tres veces cada día	10 minutos
"	"	Cubos de basura	Todas las tardes	5 minutos
"	"	Cajas	Tras cada uso	

Fuente: HYGINOV, Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España, 2002. pag. 35.

- 2) Examinar visualmente las superficies luego del lavado para buscar signos de restos gruesos de suciedad.
- 3) Un rápido análisis de higiene por el método ATP- Bioluminiscencia para monitorear aquellas superficies que no están al alcance de la vista ó bien en las que no se observan residuos, ya sea que puedan ser ó no críticas.

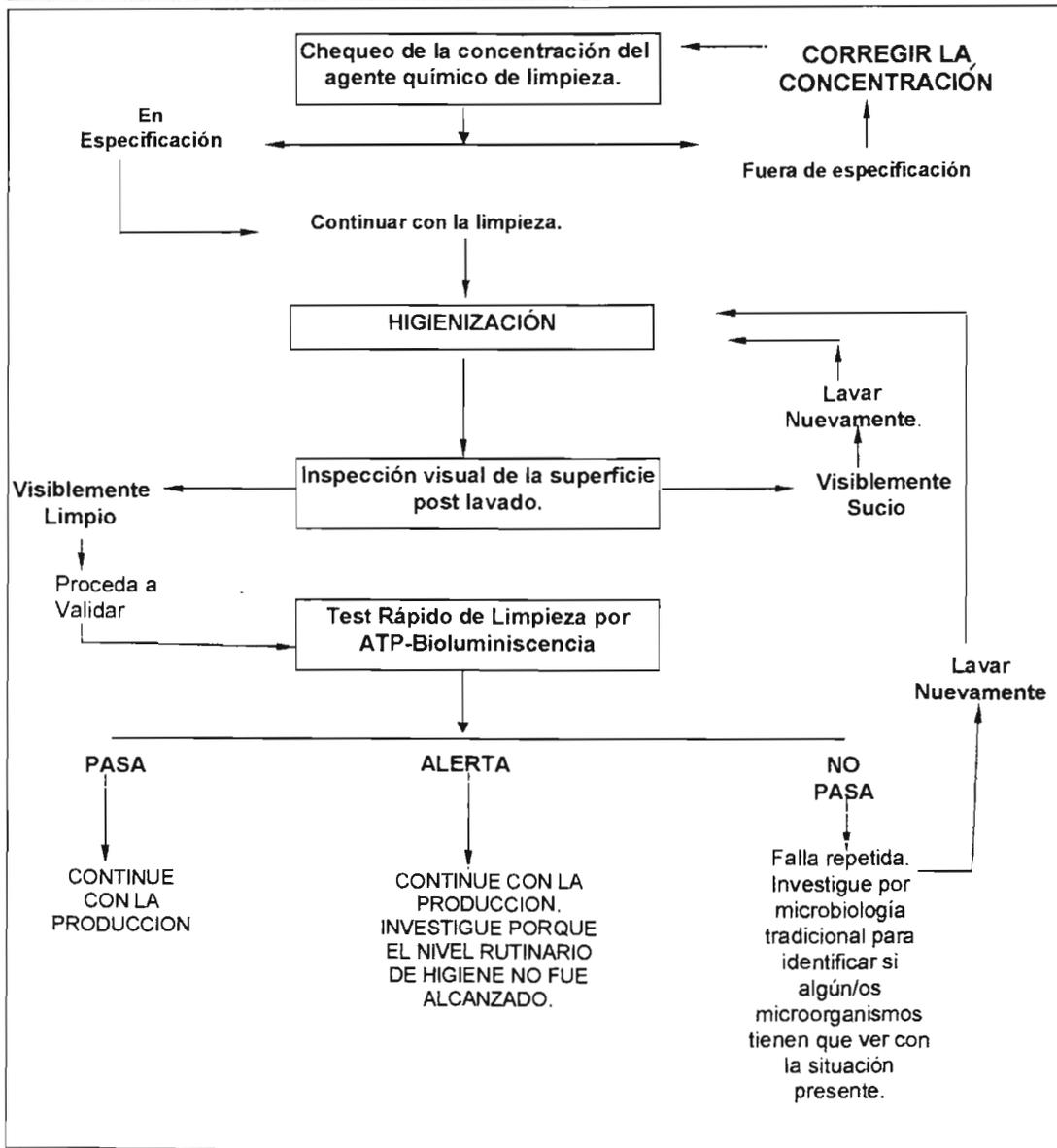
- 4) Técnicas microbiológicas tradicionales para monitorear la presencia típica de microorganismos que pueda prevalecer en las instalaciones, como así también identificar la presencia de organismos patógenos ó de aquellos que puedan generar la descomposición del alimento.

Los pasos 1 a 3 son proactivos ya que pueden ser usados para el control durante el procedimiento de higiene, generando una respuesta inmediata a la situación encontrada, por ejemplo antes de que comience el proceso de producción.

El paso 4 nos da una vista retrospectiva de la situación y aunque no permita una acción correctiva antes de comenzar con el proceso productivo, provee información sobre el antecedente y la microflora existente en las áreas mal saneadas. ISSUE, 2001.

En el diagrama 2 se identifica un esquema de validación que puede ser usado para monitorear la efectividad de la limpieza. Los controles y las acciones por no conformidad están incluidas.

Diagrama 2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA VALIDACIÓN



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001, pag.5.

## **Capítulo 3. LUMINISCENCIA COMO TECNICA DE HIGIENE**

### **3.1. ANTECEDENTES DE LA LUMINISCENCIA**

Entre los fenómenos luminosos han despertado interés aquellos que desprenden luz sin desprender calor, o que lo hacen sin una causa aparente, como un incendio, una hoguera o el paso de una corriente eléctrica. Desde tiempos inmemoriales se conocían sustancias y animales que resplandecían en las sombras, por lo que despertaban la curiosidad y las supersticiones.

Las primeras referencias escritas a las luciérnagas y gusanos luminiscentes aparecen en las crónicas chinas Shih Ching (Libro de las Odas) en el período de 1500 a 1000 a.C. Aristóteles (384-322 a.C.) en Grecia, observó la luz emitida por los peces en descomposición y lo registró en De Coloribus: "...algunas cosas no arden por su naturaleza, ni tienen fuego de ningún tipo, aún así parecen producir luz".

También el avistamiento de luminosidad en los mares tropicales dio lugar a extrañas leyendas y su reporte era tomado por falacias. Cristóbal Colón en su primer viaje reportó haber visto esas luces "... y era como una candelita de cera que se alzaba y levantaba, lo cual a pocos le parecía ser indicio de tierra, pero el Almirante tuvo por cierto estar junto a tierra...".

El término luminiscencia fue introducido en 1888 por el químico alemán Eilhard Wiedemann. Y definió a la luminiscencia como todos los fenómenos luminosos no causados solamente por el aumento de la temperatura.

Hoy en día, la Bioluminiscencia es la emisión de luz por organismos vivos, sin calor apreciable. La luz resulta de una reacción química de enzimas y de energía necesaria para que se produzca la reacción proveniente de una sustancia que los bioquímicos llaman ATP (Trifosfato de adenosina). Esta sustancia está presente en todos los sistemas biológicos y su descomposición genera suficiente energía como para motorizar muchas reacciones que son esenciales para los procesos vitales, es liberada en forma de LUZ. Anónimo 7; Anónimo 8.

### **3.2. IMPORTANCIA DE IMPLANTAR UNA TECNICA DE HIGIENE**

Lo primero en que debe pensar cualquier empresa que desee mejorar sus estándares de calidad es en generar, como un hábito, el orden y la limpieza, así, cualquier acción que se inicie rendirá frutos más inmediatos y de forma menos traumática con esta base. Si bien es cierto que se debe adecuar el sistema dependiendo de los lugares a los que se dirija, (oficina, piso, almacén, producción, etc.) también es cierto que crear una mentalidad así dentro del personal, estandarizará sus hábitos, acciones y actitud hacia cualquier cambio que demande un sentido de organización más profundo que se pretenda aplicar en pro de la empresa.

La determinación inmediata de higiene es una manera rápida para las compañías de verificar sus niveles de limpieza en líneas de producción, detectando residuos de productos y contaminación. El método se basa en la determinación del Adenosin Trifosfato (ATP), la molécula de energía que se encuentra en todos los animales, vegetales, bacterias, mohos y levaduras, es decir esta presente en todos los organismos vivos y también en los derivados de estos, todos los organismos para crecer y mantenerse, han de ser capaces de generar el nucleótido de alta energía ATP. Los residuos de alimentos también son ricos en ATP y proveen nutrientes para el crecimiento de microorganismos. Bans, 2001; ISSUE, 2001.

Por lo que se puede considerar hacer uso de técnicas, estrategias y programas que permitan tener productos confiables para su consumo, pero también se cuenta con equipos que permiten a la industria apoyarse de ellos para poder garantizar productos con calidad que puedan ser consumidos. Uno de los equipos con los que se puede contar, con un grado de confiabilidad aceptado por importantes industrias transformadoras de alimentos, es el llamado Luminometro Biotrace.

Estas son algunas empresas que han adoptado este equipo para monitorear o detectar la calidad en sus áreas de proceso y tener la confianza de obtener productos más seguros antes de tener un producto ya terminado. Jiménez, 1996; Tomasini 1994; Wildbrett, 2000.

- ☞ Comidas Preparadas.
- ☞ Procesamiento de Alimentos.
- ☞ Jugos de Fruta.
- ☞ Lechería.
- ☞ Bebidas Refrescantes.
- ☞ Industria Galletera y Confitera.
- ☞ Vinos y Licores.
- ☞ Farmacéutica y Cosmetiquera.

### **La determinación inmediata de higiene puede ayudar a las Industrias**

La habilidad de esta técnica de higiene es monitorear con rapidez, facilidad y precisión, antes de empezar la producción ayuda a asegurar el producto terminado. Esto genera una calidad de producto mejor, menos nivel de rechazo, menos riesgo de que el producto sea retirado, y una vida de anaquel mas larga. Algunas compañías que utilizan la técnica de luminiscencia reportan una disminución considerable de producto rechazado o retirado del mercado.

### 3.3. BENEFICIOS DE LUMINISCENCIA-ATP

El monitoreo rápido de higiene usando ATP- Bioluminiscencia ofrece más beneficios que otros sistemas de validación debido a que:

1. ES PROACTIVO permite tomar acciones correctivas antes de comenzar el proceso productivo.
2. REALIZA EL MONITOREO TOTAL DE HIGIENE identifica la presencia de residuos orgánicos y microbianos que no son visibles en las superficies tratadas.
3. ES UN INDICADOR DIRECTO E INDIRECTO DE RIESGOS de microbios y productos residuales respectivamente, presentes en las superficies tratadas ayudando a reducir los riesgos de contaminación de productos.

En el cuadro 6 se muestra un comparativo entre microbiología tradicional y bioluminiscencia.

<b>Cuadro 6. COMPARATIVO DE BIOLUMINISCENCIA vs MICROBIOLOGIA</b>	
<b>BIOLUMINISCENCIA</b>	<b>MICROBIOLOGIA TRADICIONAL</b>
*Control para microbiología y contaminación residual.	*Control para microorganismos específicos.
*Resultados en menos de 1 minuto.	*Resultados entre 24 a 72 horas.
*Uso simple.	*Requiere soporte especializado en el laboratorio.
*Disponibile para controlar las prácticas de limpieza antes de iniciar la producción, evitando costos por problemas de contaminación.	*Productos con niveles de contaminación, cuyos resultados llegan tarde.
*Provee resultados rápidos como los requeridos en sistemas como el HACCP.	*No provee velocidad y simplicidad para las demandas modernas en HACCP.

Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001, pag. 20.

### 3.4. PRESENCIA DE ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP)

Todos los organismos, para crecer y mantenerse, han de ser capaces de generar el nucleótido de alta energía Adenosin Trifosfato (ATP), para que pueda utilizarse en procesos que consumen energía, como el transporte y la biosíntesis, que son esenciales para la vida.

La determinación inmediata de limpieza es una manera rápida para las compañías de verificar sus niveles de limpieza en líneas de producción, detectando residuos de productos y contaminación. ISSUE, 2001.

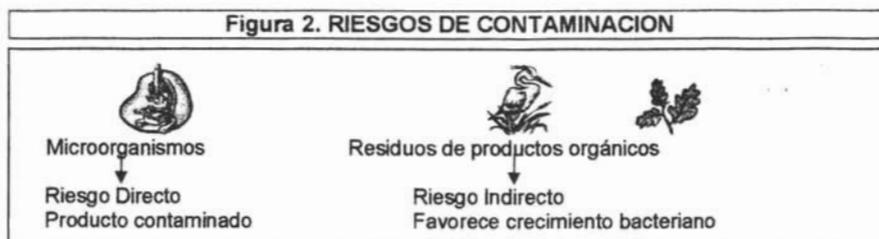
El ATP está presente en todos los organismos vivos, y también en los derivados de estos.



### 3.4.1. Tecnología

ATP como indicador de riesgos.

Este sistema de luminiscencia con el luminómetro BIOTRACE aquí propuesto se basa en la determinación de adenosin-trifosfato (ATP), la molécula de energía que se encuentra en todos los organismos vivos. Los residuos de alimentos también son ricos en ATP y proveen nutrientes para el crecimiento de microorganismos, figura 2. ISSUE, 2001.



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pag. 21.

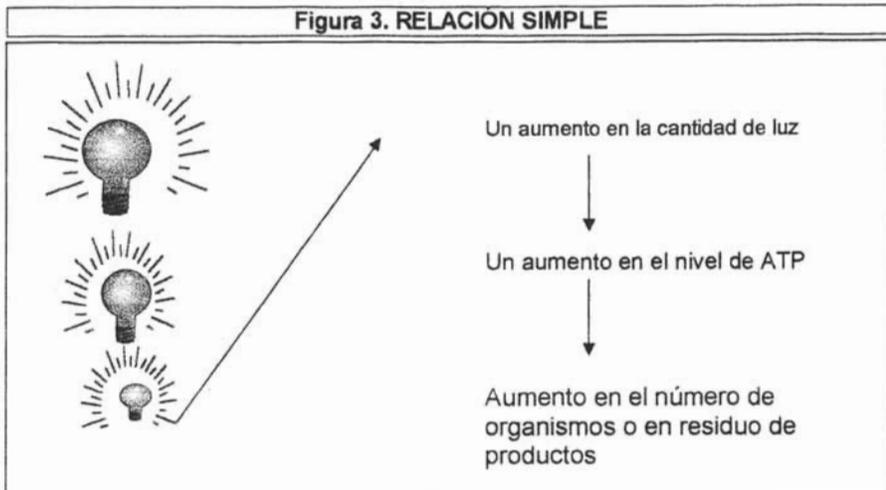
### 3.4.2. Reacción de Bioluminiscencia

Se ha desarrollado una técnica bioluminiscente que se basa en una reacción en la que está implicado el ATP y la enzima luciferasa de las luciérnagas. La reacción puede expresarse así:



La cantidad total de luz producida es directamente proporcional a la cantidad existente de ATP y puesto que todas las bacterias contienen aproximadamente la

misma cantidad de ATP, se puede medir el número de bacterias de una muestra, figura 3.



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001.Pag. 22.

Cuando el ATP se combina con los reactivos luciferina y luciferasa se produce una reacción que emite luz. Uni-Lite Xcel que es parte del equipo registrando la luz emitida. Mientras más alto es el nivel del residuo de productos y microorganismos en una superficie más alta es la cantidad de ATP, y por ende, de luz.

El luminómetro mediante un fotomultiplicador mide la luz emitida en la reacción, traduciendo la luz emitida en unidades relativas de luz (RLU).

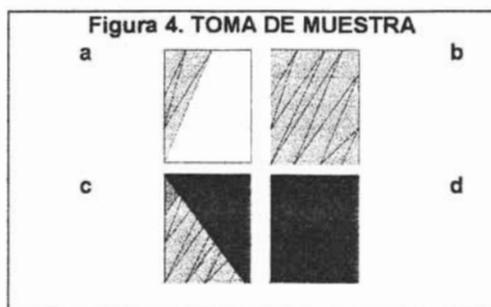
#### 3.4.3. Reactivos para que se lleve a cabo la reacción

1. **Extractante:** El extractante es un detergente suave, que rompe la pared de las bacterias y libera el ATP de las células.
2. **Diluyente:** En el diluyente se lleva a cabo la reacción. El diluyente contiene un buffer, el cual permite trabajar entre 3-12 de pH.
3. **Sustrato:** El sustrato es luciferina. La Luciferina reacciona con el ATP y con la enzima para producir luz.
4. **Enzima:** La enzima es luciferasa que incrementa la velocidad de la reacción entre el ATP y la luciferina.

### 3.4.4. Procedimiento de toma de muestra

Se deben considerar 10cmx10cm en una superficie plana, figura 4.

- Frotar diagonalmente de un lado a otro.
- Continuar hasta el final de la superficie.
- Repetir el procedimiento en dirección opuesta.
- Continuar hasta el final de la superficie.



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pag. 35.

#### 3.4.4.1. Como se trabaja y modo de empleo para el análisis de higiene por luminiscencia

##### Trabajo

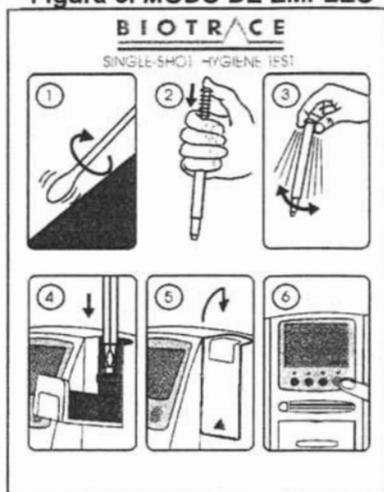
- Cuando se toma la muestra el ATP se recoge en el hisopo.
- El hisopo se activa para mezclar la enzima y el sustrato con el ATP.
- El ATP presente en el hisopo reacciona con la enzima y el sustrato para producir luz.
- Se coloca el hisopo en el luminómetro.
- La luz producida es medida en el luminómetro.
- La luz medida es convertida en unidades relativas de luz.

##### Empleo

El hisopo es muy sencillo de utilizar solo requiere una asesoría:

- Tomar la muestra con el hisopo, raspando la superficie (como en la toma de muestra, punto 3.4.4.).
- Presionar el bastoncillo dentro del tubo del hisopo y agitar durante 10 segundos (ejemplificación 2 y 3 de la figura 5).
- Colocar en el equipo cerrar y apretar el botón de inicio (ejemplificación 4, 5 y 6 de la figura 5).

**Figura 5. MODO DE EMPLEO**



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo De Higiene, BTC, 2001. Pag. 30.

A cada cliente se le proporciona un punto de referencia para poder definir los niveles de aceptación y rechazo sin embargo, es importante recalcar que cada planta podrá determinar sus propios niveles, pues estos dependen de:

- Tipo de producto que se elabore en la planta como: carne cruda o cocida, jugos, leche, pasteles, galletas, pescado, mariscos, etc.
- El ambiente en donde se encuentra la planta.
- Calidad del agua.
- Estado de los equipos a limpiar.
- Calidad higiénica de la gente que realiza la limpieza.
- Tipo y calidad de limpiadores y desinfectantes.

### **3.5. SECUENCIA DE PASOS A SEGUIR EN LA IMPLANTACIÓN DEL MONITOREO RÁPIDO DE HIGIENE**

A continuación se marcan los pasos involucrados para el establecimiento del Monitoreo Rápido de Higiene.

1. Identificación de los "puntos a medir" para su muestreo.

2. *Recopilación de datos de referencia.*
3. *Determinación de límites de aceptación y rechazo.*
4. *Determinación de la frecuencia de muestreo.*
5. *Mejora continua.*
6. *Establecer un procedimiento de acciones correctivas.*

### **3.5.1 Identificación de los "puntos a medir" para su muestreo**

¿QUE ES UN "PUNTO A MEDIR"?

El "Punto a Medir" puede ser considerado un punto crítico de control, representativo de la efectividad de la higiene. El resultado obtenido después de la higiene debe proveer una retroalimentación realista respecto de la efectividad del proceso de higiene.

Los "Puntos a Medir" son normalmente divididos en 2 áreas:

- **Contacto Directo Producto-Superficie:** por ejemplo piezas de equipos ó áreas en equipos que toman contacto directo con el producto y son lavadas. Generalmente estas son áreas dónde una mala limpieza puede tener implicación sobre la calidad del producto.
- **Contacto Indirecto Producto-Superficie:** son las que se indican dentro de las Buenas Prácticas de Higiene, por ejemplo picaportes, paredes, utensilios etc.

Previo a llevar a cabo el trabajo, los "Puntos de Muestreo" deben estar definidos. Si existe un plan de muestreo, éste debe ser el apropiado para las circunstancias. ISSUE, 2001; Tomasini 1994.

#### **3.5.1.1. Formulación de un plan de muestreo**

Para ello hay que realizar el diagrama de flujo del proceso de producción, e identificar aquellas áreas de riesgo para el producto. Principalmente serán las que tengan contacto con el producto.

Para considerar el nivel de riesgo se debe tener en cuenta:

- » Si el producto recibe algún tipo de tratamiento, por ejemplo: térmico, de manipuleo, de envasado, etc.
- » Si por sus características es muy sensible a ser alterado durante el proceso.
- » Los requerimientos del cliente.

Impulsar una revisión del plan de muestreo será necesario cuando se establezca la frecuencia de muestreo. ISSUE, 2001.

### 3.5.2. Recopilación de datos de referencia

El plan de muestreo debe ser diseñado y dirigido hacia la higiene, por lo que deberá abarcar rutinas que permitan dar resultados positivos sobre el estado de higiene, rutinas que monitoreen las áreas de la planta que puedan afectar indirectamente al producto, y rutinas que puedan ser usadas en auditorias para áreas de bajo ó alto riesgo.

Previo a establecer los niveles de referencia, se deben recopilar datos con respecto al grado de higiene. Las referencias nos ayudaran a identificar al momento el estado de higiene en las superficies de producción deseadas.

Cuando se recopilan estos datos se sugiere guardarlos cuidadosamente para cuando sean requeridos por futuras auditorias para mostrar el proceso de implantación de un plan de monitoreo de higiene.

Por esta razón se recomienda que los "Puntos de Muestreo" que dieron origen a los datos recopilados, estén perfectamente identificados en cualquiera que sea el área ya sea sucia, limpia o rigurosamente limpia. ISSUE, 2001; Mortimore, 1996.

**Recopilación de datos a partir de áreas sucias:** Estas son superficies dónde restos gruesos deben ser removidos, por ejemplo antes del enjuague inicial y de la aplicación del agente de limpieza. Esta área debe estar limpia a la vista.

Esto demostrará el nivel de residuos que prevalecerán en la superficie, previos al lavado. Esta acción es normal solamente cuando se lleva a cabo la implantación del plan.

**Recopilación de datos a partir de áreas limpias:** Estos deben ser tomados desde aquellas superficies dónde una operación normal de limpieza se realiza. La muestra se tomará después del lavado y antes del desinfectado, puesto que de lo contrario los datos recopilados no son representativos.

Los resultados aquí obtenidos serán indicadores del estado que genera el procedimiento de higiene. ISSUE, 2001.

**Recopilación de datos a partir de superficies que son rigurosa ó profundamente lavadas:** Estos datos son tomados en áreas lavadas manualmente, o en áreas dónde se ha lavado con un agente químico en particular. Esto representa una rutina de limpieza más compleja que lo normal.

Los resultados aquí obtenidos ayudarán a identificar el nivel alcanzable de la superficie lavada.

### 3.5.2.1. Guía de muestreo

Para la recolección de datos de los "Puntos a Medir" se deben seguir las siguientes pautas:

- Los datos deben ser reunidos como se indicó anteriormente y que viene en el Manual junto con el equipo obteniéndose los resultados en RLU's (Unidades Relativas de Luz).
- Para áreas sucias se tomarán los resultados obtenidos previos a lavados sucesivos.
- Para áreas limpias se tomarán los resultados obtenidos posteriormente a lavados sucesivos.
- Para limpiezas profundas, se tomará un resultado, obtenido cuando este tipo de limpieza se lleva a cabo.

Una vez que los datos de referencia han sido recopilados, los resultados pueden ser tabulados como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. RESULTADOS EN RLU's.					
Punto a muestrear	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
SUCIO	4204	7394	5685	3142	5197
LIMPIO	204	352	197	245	321
PROF. LIMPIO	-	105	-	-	-

Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. pag.9.

Una vez que los datos, como se muestran en la tabla 3 han sido reunidos para los designados "Puntos a Muestrear", los niveles de referencia pueden ser establecidos.

Debe ser señalado que durante la recolección de los datos de referencia en estos puntos puede hacerse evidente la existencia de problemas en el procedimiento de limpieza. Esto se puede identificar cuando se obtienen resultados con altos valores en RLU's ó por la inconsistencia de los mismos. Cuando esto ocurre se sugiere revisar el área en cuestión para identificar los problemas y solucionarlos. Esta etapa es una oportunidad para indicar dónde existen los problemas. ISSUE, 2001.

Los resultados, se interpretan según criterios internos de la empresa, no deben compararse con los de otra empresa, puesto que las condiciones de producción no son comparables. Cada empresa debe establecer sus propios valores, estos pueden variar en función del nivel de higiene deseado, del estado de las superficies y de la carga microbiana del propio producto. HYGINOV, 2002.

### 3.5.3. Determinación de límites de aceptación y rechazo.

Una vez que los datos de referencia han sido recopilados para cualquier punto de muestreo, la rutina de trabajo por niveles de referencia puede ser determinada.

Se debe hacer notar que durante la recopilación de datos, diferentes muestras de un punto pueden dar distintos valores de RLU's. Esto se debe tomar en cuenta cuando se están determinando los niveles de referencia.

El principal factor que gobierna un nivel alcanzable de higiene está dado por las particularidades de la superficie a limpiar, por ejemplo:

- √ Antigüedad de la superficie.
- √ Grado de rayado, maltrato u otros defectos en la superficie.
- √ Tipo de material con que está hecha la superficie (algunos materiales se comportan mejor que otros frente al producto ó a la limpieza).
- √ Tipo de producto que se procesa, por ejemplo si es ó no abrasivo, pegajoso, etc.

Se debe considerar que en el procedimiento de higiene puede afectar en la eficacia de la desinfección, aspectos como por ejemplo:

- > Tipo y concentración del agente químico con que se realiza la limpieza.
- > Método de limpieza, manual ó por CIP.

Para la determinación de los niveles de referencia se requiere de criterio por parte del usuario. Se recomienda que durante las primeras etapas de uso de la rutina de higiene, los resultados sean revisados frecuentemente para asegurarse que el sistema es efectivo. Los niveles determinados al inicio del plan involucrarán revisiones de los resultados obtenidos durante la rutina de trabajo. Estos resultados deben ser usados para determinar en cual banda se ubica el nivel de higiene esperado. La banda es propia del equipo y registra las lecturas obtenidas al monitorear la efectividad de la higiene realizada.

En la tabla 4 se muestran los típicos niveles de referencia usados en la industria alimentaria de aprobación, prevención o rechazo en RLU. La banda es propia del equipo con un rango de medición de 150-2000 RLU.

Para la interpretación de niveles, se seleccionan de la siguiente manera, se toma un área de la superficie, se realiza la prueba como en la figura 4 y 5, el resultado de cada análisis es registrado, una vez obtenido el resultado el analista se apoya de los datos de la tabla 4 o los establecidos por la propia planta, para poder

identificar la banda a elegir dependiendo los resultados para poder identificar el nivel correspondiente de aceptación, alerta o rechazo.

<b>Tabla 4. TÍPICOS NIVELES DE REFERENCIA USADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA</b>			
<b>BANDA</b>	<b>NIVEL PASA (RLU)</b>	<b>NIVEL DE ALERTA (RLU)</b>	<b>NIVEL NO PASA (RLU)</b>
A	< 1000	1001-1999	>2000
B	< 750	751-1499	> 1500
C	< 500	501- 999	> 1000
D	< 400	401- 799	> 800
E	< 300	301- 599	> 600
F	< 250	251- 499	> 500
G	< 200	201- 399	> 400
H	< 150	151- 299	> 300

Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC., 2001 Pág. 10.

La selección de la banda puede ser determinada de acuerdo a los siguientes criterios:

**a. OPCION 1.- Estado actual de higiene**

El nivel actual de limpieza es considerado aceptable por el usuario. Los niveles iniciales de higiene deben estar en la tabla 4, y esto determinará la banda con su nivel de PASA.

**b. OPCION 2.- Estado mejorado de higiene**

Si se desea mejorar el régimen de limpieza, los nuevos niveles de referencia deben estar en la banda que tenga un nivel de PASA por debajo a los que se tenían anteriormente.

En situaciones dónde los niveles exceden las 2000 RLU's, se debe actuar con criterio. Sin embargo el operador debe estar alerta sobre el proceso y mejorarlo continuamente para obtener mejores resultados. Esta acción puede facilitar un giro en los niveles de referencia, que se pueden ver reducidos dentro de una de las bandas especificadas. ISSUE, 2001.

**3.5.4. Determinación de la frecuencia de muestreo**

Una vez establecidos los puntos críticos a muestrear y los niveles de referencia se puede diseñar la frecuencia de muestreo.

Se debe tener en cuenta en este diseño el nivel de riesgo asociado al producto. Cuando se trabaja con un esquema HACCP ésta información debe estar fácilmente disponible. Al determinar el nivel de riesgo, el usuario debe considerar lo siguiente:

- » ¿Que tan susceptible es el producto a una contaminación?

- » ¿Ofrece el proceso productivo algún estadio que permita la eliminación de organismos contaminantes? Por ejemplo: cocimiento, calentamiento, pasteurización.
- » Vida media requerida del producto.
- » Calidad requerida por el cliente.
- » El punto a ser medido, ¿es de difícil limpieza ó está sometido a tener un exceso de suciedad?

Por lo dicho anteriormente, además de situar los requerimientos específicos del producto, el nivel de riesgo puede ser determinado desde los puntos de muestreo designados. La frecuencia de muestreo es un reflejo del nivel de riesgo del producto.

Para determinar la frecuencia de muestreo se deben considerar los siguientes puntos: Liberación y Auditoría. ISSUE, 2001; Mortimore, 1996.

- **Liberación**

Será necesaria una alta frecuencia de muestreo es decir que se harán análisis más constantes, dónde los puntos de muestreo son indicativos de áreas de producción que en caso de una limpieza pobre pueden presentar un alto riesgo para el producto.

En la mayor parte de los casos de liberaciones se deberá realizar una liberación de la planta una vez que el sistema de higiene esté validado. ISSUE, 2001.

- **La Auditoría como herramienta de rutina**

Dónde los puntos de muestreo son considerados de bajo riesgo y una limpieza pobre tendrá efectos limitados sobre la calidad del producto, se podrá considerar una baja frecuencia de muestreo. En este caso una auditoría será suficiente para monitorear la limpieza. La auditoría en puntos de bajo riesgo, será de baja frecuencia.

Cualquiera que sea la metodología usada, la frecuencia de muestreo reflejará el nivel que se alcanza con un continuo mantenimiento y control de la eficiencia de la limpieza. De ésta forma se previene una potencial contaminación que generaría una alteración en el proceso productivo si se permitiera acrecentar los niveles de suciedad.

Una vez que la frecuencia de muestreo ha sido establecida, el usuario deberá tener el plan de muestreo listo para su aplicación rutinaria. ISSUE, 2001; Jiménez, 1996.

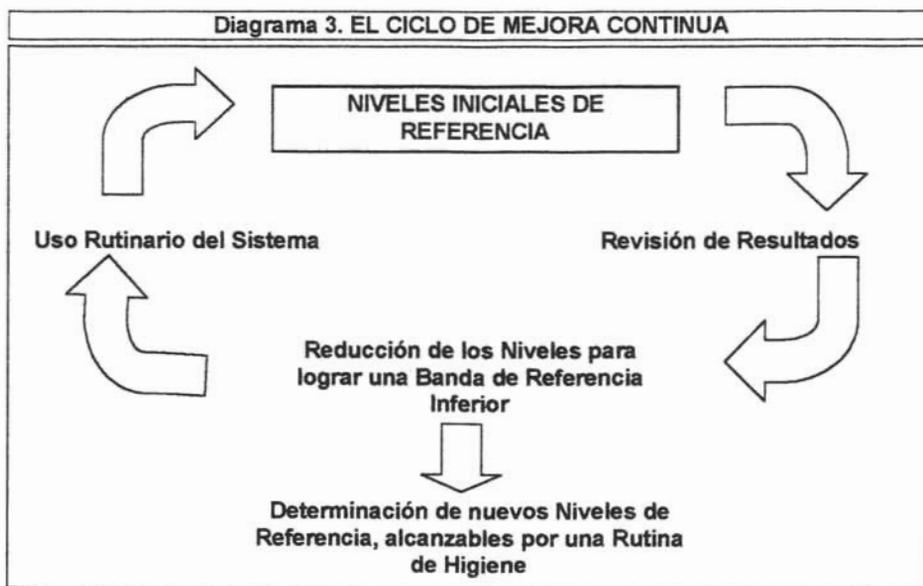
### **3.5.5. Mejora continua**

Una vez que los niveles de referencia han sido establecidos y puestos en uso, los resultados deben ser revisados regularmente para monitorear cuán efectiva es la

operación del sistema de limpieza. En un CIP y especialmente cuando se usa un sistema de liberación, muchas veces nos encontramos que con una mejora en la respuesta mayor compromiso y conocimientos de limpieza, los niveles comienzan a reducirse tabla 4.

En estos casos, revisar es importante. Aquellos que hacen uso de la opción 1 (NIVEL PASA) pueden encontrar que la opción 2 (NIVEL ALERTA) es más estricta para el régimen de limpieza que tienen en ese momento y deben reducir en consecuencia, sus niveles de referencia. Aquellos que arrancaron con la opción 2 (NIVEL ALERTA) pueden también encontrar un efecto similar y querer reducir niveles para ir hacia bandas inferiores hasta reflejar un nivel de limpieza mas actualizado.

Este proceso puede continuar hasta lograr una rutina que permita alcanzar un determinado nivel de limpieza repetible y apropiado a la banda seleccionada. Este proceso de mejora continua es importante para permitir alcanzar el mejor nivel de limpieza posible, diagrama 3. El Sistema de implantación de limpieza debe involucrar mejoras continuas y revisiones continuas de resultados para permitir el desarrollo del proceso. ISSUE, 2001.



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág.13.

### 3.5.6. Establecimiento de un procedimiento de acciones correctivas

Una vez que los niveles de referencia han sido establecidos y puestos dentro de una rutina los resultados van a ser requeridos para futuras auditorías. Esos

documentos proveen la información necesaria para saber como el sistema fue establecido y como se validó el procedimiento de implantación.

Por añadidura los resultados obtenidos rutinariamente deben ser recopilados y documentados por distintas razones. Una de ellas es que debe haber acciones correctivas en caso de "No Conformidades". ISSUE 2001; Mortimore, 1996.

Cuando se tienen en cuenta que para la implantación de limpieza se usan frecuentemente sistemas de liberación, el argumento que desarrolla el sistema es el de PASA, ALERTA y NO PASA, cuadro 7.

<b>Cuadro 7. SISTEMA DE LIBERACIÓN</b>	
<b>RESULTADO</b>	<b>ACCIÓN</b>
PASA	Proceda con la Producción.
ALERTA	Proceda con la Producción pero investigue porque el nivel de higiene no alcanzó el valor de rutina.
NO PASA	Volver a lavar, revisar nuevamente antes de iniciar la producción.

Fuente: ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 14.

Un resultado anormalmente alto debe dar lugar a una investigación, para determinar la causa:

- Se debe asegurar que la toma de muestra se ha hecho correctamente, en las condiciones establecidas.
- Verificar que se han respetado los protocolos de limpieza y desinfección.
- Si el resultado confirma presencia de contaminación, deberá emprenderse una investigación en profundidad para determinar el origen de la contaminación. HYGINOV, 2002.

El sistema de implantación de higiene por luminiscencia es un método para el mantenimiento y el control de procedimientos efectivos de limpieza. Por lo tanto debe ser incorporado al sistema de aseguramiento de la calidad con la documentación apropiada y los procedimientos de corrección consolidados.

Tales documentos necesitan estar establecidos y encontrarse con los otros requerimientos específicos de calidad que el usuario define. El "Documento de Monitoreo Rápido de Higiene" contiene por ejemplo información de procedimientos y registro de datos. Esto servirá de guía para un usuario que esta desarrollando y documentando los procedimientos de gestión de la higiene para tener el monitoreo rápido de la misma dentro de sus procedimientos de calidad. ISSUE, 2001; Mortimore, 1996.

### **3.5.6.1. Registros de datos por requerimientos de auditorías**

El número de compañías sujetas a auditorías se ha incrementado y necesitan demostrar claramente como han implantado su sistema de higiene. Por esta

razón, como se ha indicado previamente, la recopilación de datos para estados: sucio, limpio y de limpieza profunda proveen al auditor de elementos que claramente demuestran el proceso de implantación y cómo fueron determinados los niveles de referencia.

Estos datos, más la revisión de los resultados y el compromiso de una mejora continua demuestran que el sistema de implantación de higiene no solamente es usado para validar el sistema rutinario de higiene, sino también brinda información para ayudar a mantener el nivel deseado, ó bien para ver hacia dónde se debe mejorar la higiene de planta.

Comparando los resultados para una misma área sucia y limpia se demuestra la reducción (en RLU's) del nivel de suciedad después del lavado, y si se trata de un lavado profundo el resultado indicará el alto nivel alcanzable por un riguroso procedimiento de higiene.

Es aconsejable que además se guarden los registros de revisión de los datos de rutina y la reducción de los niveles de referencia dentro de la documentación.

### 3.5.6.2. Ejemplos

Se requiere de cierta flexibilidad cuando se determinan los niveles de referencia. Algunos ejemplos se muestran mas adelante. Estos ejemplos tienen en cuenta la situación dónde se encuentran niveles inconsistentes ó bajos niveles.

A continuación se verán algunos ejemplos para ejercitar el modo de interpretación de niveles obtenidos y poder así identificar el grado de higiene. En la tabla 4 se muestra los niveles típicos expresados en unidades relativas de luz (RLU), en los que dependiendo de la calidad de higiene registrada en la superficie medida, se identificará en el luminometro, el número expresado en RLU y así poder identificar el NIVEL PASA, ALERTA o NO PASA.

**Ejemplo 1-** Interpretación de resultados logrados después de una limpieza normal tabla 5.

**Tabla 5. Resultados en RLU's**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Área A</b>	350	404	383	310	405

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 15.

**OPCION 1 - BANDA C**

PASA < 500  
ALERTA 501-999  
NO PASA > 1000

**OPCION 2- BANDA E**

PASA < 300  
ALERTA 301-599  
NO PASA > 600

**OPCION 1** refleja el nivel actual de limpieza.

**OPCION 2** refleja hacia dónde realizar la mejora.

**Ejemplo 2-** Interpretación de resultados logrados después de una limpieza normal tabla 6.

**Tabla 6. Resultados en RLU's**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Área B</b>	194	151	104	192	197

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 16

**OPCION 1 - BANDA G**

PASA < 200  
ALERTA 201-399  
NO PASA > 400

**OPCION 2 - BANDA H**

PASA < 150  
ALERTA 151-299  
NO PASA > 300

**OPCION 1** refleja el nivel actual de limpieza.

**OPCION 2** refleja hacia dónde realizar la mejora

**Ejemplo 3-** Interpretación de resultados logrados después de una limpieza normal, tabla 7.

**Tabla 7. Resultados en RLU's**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Área C</b>	950	1104	1867	792	1500

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 16.

Se requerirá trabajar con criterio si se tienen casos como los que se muestran más abajo.

**OPCION 1 - BANDA A**

PASA < 1000  
ALERTA 1001-1999  
NO PASA > 2000

**OPCION 2- BANDA B**

PASA < 750  
ALERTA 751-1499  
NO PASA > 1500

Use la banda recomendada (la "A") si 2 resultados caen dentro del nivel PASA y 3 resultados caen dentro del nivel de ALERTA.

Use la opción 2 si 3 resultados caen dentro del nivel de ALERTA y 2 dentro del nivel NO PASA.

**Ejemplo 4-** Interpretación de resultados logrados después de una limpieza normal, tabla 8.

**Tabla 8. Resultados en RLU's**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Área D</b>	295	394	310	1507	365

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 17.

**OPCION 1 - BAND D**

PASA < 400  
ALERTA 401-799  
NO PASA > 800

**OPCION 2- BAND E**

PASA < 300  
ALERTA 301-599  
NO PASA > 600

En estos resultados mostrados en la tabla 8, el no. 4 no puede ser tomado en cuenta ya que nos es consistente con los otros datos obtenidos.

### 3.5.6.3. Niveles inconsistentes

Cuando los resultados son consistentes, es fácil hacer la revisión de los datos de referencia y la determinación de la banda de trabajo. Sin embargo en los casos donde se hace presente la inconsistencia en los resultados ó sea cuando aparecen valores claramente alejados entre sí, se necesita hacer una revisión de los datos obtenidos para establecer un nivel coherente alcanzable. Tabla 9.

<i>Tabla 9. Resultados en RLU's ejemplo 5</i>					
<i>Muestra</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Área E</i>	406	19450	2064	430	12460

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 17.

En la tabla 9 los resultados no son consistentes por lo que es recomendable fomentar la recopilación de datos para obtener una mejora en la consistencia. Si aún así los resultados continúan siendo inconsistentes, es que existe algún problema en el procedimiento de higiene y es recomendable llevar a cabo una investigación.

Por ejemplo: procedimientos de higiene realizados por diferentes operadores pueden traer estos problemas, por lo que se debe realizar el entrenamiento de los mismos. En los sistemas CIP también pueden dar resultados inconsistentes otras variables, por el mismo motivo, por ejemplo: la concentración del agente químico del lavado.

Si la inconsistencia continúa se tomará como nivel alcanzable de higiene a aquel que está basado en los datos más consistentes.

En la tabla 9, el área medida 1 y 4 son los más consistentes por lo que demuestran el nivel de higiene más alcanzable. En función de esto la banda será:

#### **OPCION 1 - BANDA C**

PASA < 500  
ALERTA 501-999  
NO PASA > 1000

Para esta situación se aconseja usar la opción 1 solo hasta que la cuestión de la inconsistencia sea resuelta y se logre una alta consistencia en los valores. En esta situación la revisión de los datos disponibles puede permitir niveles de PASA y NO PASA más efectivos.

### 3.5.6.4. Bajos niveles de referencia

Cuando los niveles de referencia hallados son bajos, ejemplo los mostrados en tabla 10

**Tabla 10. Resultados en RLU ejemplo 6**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Punto A</b>	11	36	42	35	48

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pág. 18.

Esto refleja una limpieza que ya alcanzó su nivel más bajo. En este caso se han identificado las fallas y serán obvias. En la tabla, los resultados solo demuestran el background (antecedente) del hisopo. En este caso los valores a respetar son:

#### **OPCION 1.- BANDA H**

PASA < 150  
ALERTA 151-299  
NO PASA > 300

Como estos niveles representan el más bajo nivel a lograr, se identificarán problemas de higiene.

Sin embargo si los niveles bajos como los que se muestran en la tabla 10 continúan dándose, es importante revisar la técnica del raspado figura 4, para asegurar que las tomas de muestras sean representativas y el método de muestreo sea el adecuado para levantar los residuos de las superficies.

En la tabla 11 se muestra de acuerdo al tipo de producto que se maneja rangos que pueden ser esperados en el momento de llevar acabo el análisis de higiene en un área de acero inoxidable.

### **3.6. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA LUMINISCENCIA EN LA LIMPIEZA DE ORDEÑADORAS**

*La luminiscencia ha demostrado ser una técnica que permite evaluar rápidamente la correcta higiene de los elementos vinculados con la extracción de leche, vital para lograr la calidad del producto.*

Por lo general, las superficies que están en contacto con la leche (ordeñadora, equipo de refrescado y enfriado, sistema de transporte) constituyen la principal fuente de contaminación bacteriana. La correcta limpieza-desinfección de estos elementos es de vital importancia para la obtención de una leche de calidad higiénica. El proceso de higiene de una ordeñadora incluye un enjuague inicial para eliminar los restos de leche, un lavado con los productos químicos (alcalinos y ácidos) y un enjuague final para arrastrar los restos de leche. Una de las dificultades para mantener un buen nivel de calidad de leche es la ausencia de una metodología rápida que permita establecer objetivamente la eficiencia con la cual el personal está realizando las tareas de lavado del equipo de ordeño y refrigeración.

Tabla 11. VALORES DE LIMPIEZA SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO, SUPERFICIE MEDIDA, ACERO INOXIDABLE

PRODUCTO	RIESGO		SUPERFICIE	AGUA CIP	VALORES EN RLU's		
	ALTO	BAJO	UXL 100	AQT 100	PASA	ALERTA	NO PASA
LACTEOS	X	—	X	—	< 150	151 a 299	> 300
BEBIDAS (refrescos, vinos)	X	—	X	—	<150	151 a 299	>300
JUGOS	X	—	X	—	< 150	151 a 299	> 300
AGUAS (envasadas)	X	—	X	—	< 150	151 a 299	> 300
CERVEZA	X	—	X	—	< 150	151 a 299	> 300
EMBUTIDOS (jamones, salchichas, etc.)	X	—	X	—	<200	201 a 299	>300
ENJUAGUE FINAL	X	—	—	X	< 150	151 a 299	> 300
Carne Cruda (Frigorífico)	X	—	X	—	<500	501 a 999	>1000
CARNE COCIDA	—	X	X	—	<500	501 a 999	>1000
PESCADO	X	—	X	—	<300	301 a 599	>600
QUESOS	X	—	X	—	<250	251 a 499	>500
VEGETALES Y FRUTAS	—	X	X	—	<500	501 a 999	>1000
VEGETALES Y FRUTAS	X	—	X	—	<200	201 A 299	>300
POSTRES Y PANECILLOS	—	X	X	—	<300	301 a 599	>600

ISSUE, Manual Sistema de Manejo de Higiene, BTC, 2001. Pag. 21.

X= riesgo alto.

—=riesgo bajo.

UXL: para superficies

AQT100: para aguas recirculatorias

La técnica de bioluminiscencia de adenosin trifosfato (ATP) permite evaluar en forma inmediata la higiene de las superficies en contacto con los alimentos. Esta característica justifica su utilidad y aplicación, por ejemplo en programas de aseguramiento de calidad, tales como el "Hazard Analysis Critical Control Point" (HACCP) empleados en la industria alimenticia.

Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar la aplicación de la técnica de bioluminiscencia de ATP para el control de la higiene de ordeñadoras mecánicas.

**Cuadro 8. HIGIENE EN EL EQUIPO DE ORDEÑO**

Dificultad del lavado	Punto de control de la ordeñadora	Limite de aceptación (URL)
Fácil	Boca de la pezonera	150
	Tubería de la leche	150
	Recibidor	150
Difícil	Parte superior del colector	750
	Parte inferior del colector	750

Un buen lavado de máquinas e instalaciones resulta clave para lograr calidad de leche, el problema es tener un método que permita hacer un seguimiento objetivo de la higiene. La técnica se implementó realizando la evaluación de la higiene mediante hisopados en las superficies a controlar. La cantidad de ATP recuperado en el hisopo depende de la contaminación microbiana y de la presencia de residuos orgánicos. La interpretación de los resultados se realiza comparando los valores suministrados por el luminómetro con los niveles umbrales o límites de URL que diferencian las superficies limpias de las sucias.

Estos valores límites varían según el tipo de materia (superficie), el tipo de proceso, el tipo de células predominantes, el grado de procesamiento de la materia prima, etc. Por lo tanto, resulta importante establecer los umbrales de aceptación de acuerdo con cada caso en particular.

El trabajo experimental se realizó en tres ordeñadoras mecánicas marca Bosio modelos Turbomatic, Mercomatic e Isomatic. En los tres casos las pezoneras utilizadas eran nuevas (menos de 1.000 ordeños) y los tubos largos de leche y demás elementos de caucho estaban en buen estado de uso. Se aplicó en las tres ordeñadoras una rutina de lavado de recirculación en circuito cerrado.

### **Puntos críticos**

El equipo mide la bioluminiscencia generada por la cantidad de residuos de la leche o microbianos: Una vez finalizado el ordeño se procedió a realizar tres lavados sucesivos (incluyendo la secuencia completa de prácticas). Después de cada lavado se hisoparon los siguientes puntos de la máquina: boca de la pezonera, cuerpo de la pezonera, tubo corto de leche, parte superior del colector, parte inferior del colector, tubería de leche (parte terminal) y recibidor.

El análisis de la evolución de los resultados de la lectura del luminómetro para cada parte de la máquina después de cada lavado permitió seleccionar cinco puntos de control se eliminó el cuerpo de la pezonera y el tubo corto de leche, puesto que para las condiciones experimentales utilizadas en el trabajo no presentaron ninguna dificultad para su lavado. Los puntos de control retenidos fueron, finalmente, los siguientes: **recibidor, colector parte superior, colector parte inferior, boca de pezonera y tubería de leche.**

### **Límites**

En el cuadro 8, se establecen los límites de aceptación de limpieza según el nivel de dificultad para alcanzar un correcto lavado e higiene.

Los umbrales de aceptación de limpieza propuestos fueron posteriormente convalidados a través de la comparación de los resultados obtenidos después de realizado el primer lavado; que corresponde a la práctica que habitualmente se realiza en los tambos comerciales.

- Se corroboró el fácil lavado de la boca de la pezonera, la tubería de leche y el recibidor, ya que los resultados se situaron por debajo del umbral de aceptación (150 URL). Esto determina la factibilidad técnica de ubicar estos puntos de control dentro de este nivel.
- Asimismo el recibidor puede considerarse como un punto crítico de control dentro de este umbral por el mayor promedio y variabilidad de los resultados visualizados.
- Se corroboró la mayor dificultad de lavado de la parte superior e inferior del colector dentro de la categoría "difícil de lavar". También se validó la posibilidad de lograr los resultados dentro del límite de 750 URL; de los valores obtenidos se encontraron por debajo de este umbral. La parte inferior del colector aparece como un punto crítico de control dentro de este rango; ya que presentó el mayor promedio y variabilidad de los resultados.

El control del recibidor y de la parte inferior del colector permitirá tener una orientación general de la higiene de la ordeñadora, pues son lugares críticos dentro de los puntos de control, limitando de esta manera el costo de implementación de la técnica.

### **Un método interesante**

La bioluminiscencia de ATP aparece como una técnica promisoría para el control de la higiene de la ordeñadora en el tambo por las siguientes razones:

- Facilidad de uso en el tambo y rapidez en la obtención de resultados fidedignos.

- Permite adoptar medidas correctivas en el caso de detectarse problemas en algún componente del equipo.
- Constituye una herramienta de mucha utilidad en programas de mejoramiento de la calidad higiénica de la leche y en sistemas de aseguramiento de la calidad.

Por último, los resultados obtenidos demuestran la necesidad de continuar profundizando los trabajos utilizando, por ejemplo, diferentes tipos y marcas comerciales de ordeñadoras, otras rutinas de lavado, etc. También será importante evaluar si la bioluminiscencia aplicada al agua de enjuague de la ordeñadora puede resultar un indicador confiable de la higiene global de la máquina, lo cual permitirá disminuir sustancialmente los costos operativos del diagnóstico. Anónimo 9, 1999.

### **3.7. COMPORTAMIENTO EN EL MERCADO DEL USO DE LA LUMINISCENCIA**

Existen otros equipos en el mercado los cuales también tienen como objetivo el ser efectivos, eficientes y dar confiabilidad al proceso de higiene antes de la producción evitando problemas de contaminación.

Actualmente en el mercado mexicano están siendo distribuidos los equipos de luminiscencia por diversas compañías cubriendo el norte, centro y sur de la ciudad.

En el cuadro 9 se muestra una comparación entre las diferentes marcas que manejan equipos para el monitoreo de higiene, existentes actualmente en el mercado nacional.

**Cuadro 9. COMPARATIVO DE MARCAS EXISTENTES DE LUMINOMETROS**

MARCA	ANTECEDENTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Lightning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Actualmente Lightning en el mercado mexicano distribuye parte del norte y centro sur de la Ciudad de México.</li> <li>◦ Tiempo en mercado 12 años.</li> <li>◦ Mercado actual 64%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Primeros en introducir ésta tecnología a México.</li> <li>◦ Más de 12 años de estancia.</li> <li>◦ Servicio regular.</li> <li>◦ Actualmente introdujeron al mercado el equipo miniportatil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ El equipo se descalibra constantemente.</li> <li>◦ No avisa su descalibración.</li> <li>◦ Requiere un técnico para su uso.</li> <li>◦ No tiene impresora.</li> <li>◦ Los hisopos que requiere para su funcionamiento, son los más caros del mercado.</li> <li>◦ Carece de batería recargable.</li> </ul>
<b>Charms</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cuenta con una cobertura en la República Mexicana, teniendo en 3 ciudades sus centros de distribución. Sin embargo no es su producto líder, se manejan más líneas de filtro.</li> <li>◦ Tiempo en el mercado 7 años.</li> <li>◦ Mercado actual 9%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Actualmente modifican equipos de Lightning y Biotrace, para que sus hisopos se puedan leer en estos equipos.</li> <li>◦ Hisopos a un precio competitivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Equipo excesivamente caro.</li> <li>◦ Consumibles para las de más pruebas sumamente costosas.</li> <li>◦ Requiere un técnico para su uso.</li> <li>◦ No tiene impresora.</li> <li>◦ Equipo muy pesado para portátil y de difícil manejo.</li> </ul>
<b>Merck</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Actualmente a pesar de tener una amplia red de distribución a nivel nacional, este equipo es de poco interés para ellos por tener otras líneas mas importantes en el mercado.</li> <li>◦ Tiempo en mercado mexicano más de 20 años.</li> <li>◦ Mercado del 1% (en equipos luminómetros).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Equipo con alta sensibilidad.</li> <li>◦ Reactivos sumamente económicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ No portátil.</li> <li>◦ Dilución de reactivos expuestos a manipuleo.</li> <li>◦ Difícil adquisición de reactivos.</li> <li>◦ Difícil manejo de equipo.</li> </ul>

Continuación del Cuadro 9.

<p><b>Biotrace</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Se distribuye a nivel nacional.</li> <li>◦ Tiempo en el mercado 4 años.</li> <li>◦ Mercado 26%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Equipo de alta sensibilidad.</li> <li>◦ Portátil de fácil manejo.</li> <li>◦ Impresora incluida.</li> <li>◦ Software el mas completo y amigable del mercado.</li> <li>◦ Equipo muy fuerte.</li> <li>◦ Hisopos garantizan la lectura al 100%.</li> <li>◦ Batería recargable.</li> <li>◦ Soporte técnico los 365 días del año.</li> <li>◦ Equipo no requiere calibración, se autoanaliza.</li> <li>◦ Resultado en 15 segundos.</li> <li>◦ No se tienen gastos adicionales.</li> <li>◦ Compañía certificada ISO 9000 en su versión 2000 la más actual.</li> <li>◦ Compañía líder mundial en luminiscencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si el equipo se llega a descalibrar por alguna razón, se tiene que enviar directamente al proveedor, ya que el usuario no puede repararlo.</li> <li>○ Que las compañías no lo conozcan.</li> </ul>
------------------------	---	---	---

Fuente.: MLS Advanced Training, Donna Stearns, 2003.

## DISCUSIÓN

La luminiscencia como técnica de evaluación de la higiene, tiene como objetivo principal asegurar la calidad del proceso de transformación de los productos, por lo que antes de llevar a cabo esta metodología es importante tomar en cuenta los pasos previos de los que se debe tener conocimiento citados en el diagrama 1, página 15; para hacer efectiva dicha metodología.

Se debe considerar que el agua constituye funcionalmente el medio limpiador más importante. Aún cuando disuelve partículas de suciedad, como por ejemplo muchas sales o bien permite imbibir proteínas e hidratos de carbono de alto peso molecular, esta acción no es suficiente en las condiciones prácticas habituales; estos efectos exigen demasiado tiempo para dejarlos actuar como tal, como en el caso de residuos grasos. De aquí la necesidad de añadir al agua sustancias químicas que aceleren y completen el proceso de higiene.

Como se mencionó en capítulos anteriores los productos de limpieza juegan un papel indispensable e importante ya que ellos como su nombre lo indica limpian y de alguna manera están preparando el terreno antes de llevar a cabo una prueba de bioluminiscencia, para corroborar la eficiencia del proceso antes mencionado.

Es importante tomar en cuenta e identificar los diferentes productos de limpieza esto con la finalidad de conocer su funcionalidad y así poder usarlos o descartarlos en el apoyo para la obtención de equipos y superficies limpias. Es por eso que se describieron en el capítulo 1 las propiedades físico-químicas que en un producto limpiador se pueden encontrar, así como también se enlistaron las propiedades deseables esperadas de ellos. Además que se puede tener una amplia gama de posibilidades en la clasificación citada se encuentran los álcalis, ácidos, agentes de superficie activa y secuestrantes.

Es de suma importancia discutir las características y el efecto que puede tener cada uno de ellos en la aplicación, el cuadro 10 muestra una comparación entre ellos y se mencionan sus características.

Como se puede ver algunos limpiadores tienen poder bactericida lo que es una enorme ventaja para el propósito de higiene deseado ya que este paso previo a la desinfección, esta ya actuando sobre la presencia de posibles microorganismos, esto significará un paso adelante y mayor confiabilidad en los resultados.

En el momento de la elección del producto de limpieza hay que tomar en cuenta cual será su aplicación para lo cual se recomienda contar con asesoría del fabricante para que se le de el uso apropiado, un punto importante a considerar es la concentración a utilizar. Por ejemplo se puede elegir un agente de limpieza que cumple con todas las necesidades para limpiar teniendo un buen poder emulsionante y además se disuelve muy fácilmente, pero tiene el inconveniente de ser corrosivo su uso no se debe cancelar en automático, ya que puede existir la

posibilidad de agregar un inhibidor de la corrosión, además de considerar posibles disminuciones del pH de la solución y disminuir los tiempos de limpieza sin olvidarnos de la efectividad. Layman, 1984.

**Cuadro 10. COMPARATIVO ENTRE LOS DIFERENTES LIMPIADORES**

Limpiador	Ventajas	Desventajas	Recomendaciones	Aplicación
Sosa cáustica	*Saponifica las grasas. *Buen bactericida. *Remueve suciedad acumulada. *Bajo costo. *Buen disolvente.	-Origina corrosión. -Poca capacidad emulsificante. -Poca capacidad dispersante. -No se recomienda en el lavado de equipo en contacto con los alimentos. -Peligroso para el personal de limpieza.	*Guardar bajo llave. *No debe dejarse al alcance de los niños. *Si se contacta directamente, enjuagar y acudir al médico. *Utilizar guantes y gafas protectoras para su uso adecuado y protector facial.	-Producción de detergentes, aceites y jabones. -Lavado de botellas de vidrio. -Blanqueo de celulosa en la industria de pulpa y papel. -Producción de agroquímicos. -Limpieza en zonas sucias por cochambre acumulado (cocinas, restaurantes).
Metasilicato sódico	*Buen dispersante. *Buen emulsificante. *Fácilmente enjuagable.	-Corrosivo. -Caro.	*Constituye un buen agente de limpieza.	-Como fuente de alcalinidad y de ión sodio, en la fabricación de productos químicos de limpieza. -Fabricación de botellas, suavizante de agua.
Fosfato trisódico	*Poder dispersante. *Poder emulsificante. *Poder saponificante. *Buen dispersante.	-Bajo poder disolvente. -Poder bactericida moderado.	*No debe usarse en solución muy caliente, cuando haya que limpiar aluminio o estaño ya que puede dañarlos.	-Como detergente, el fosfato trisódico se utiliza en las formulaciones de detergentes para el lavado cáustico de metales, contribuyendo con el alto contenido de Na <sub>2</sub> O a bajar el costo. También se utiliza en detergentes para radiadores, calderas y equipo de pasteunzadoras. -Su uso en general para el teñido de telas y cueros. -Revelado de fotografías.
Ácido sulfámico	*Poder Bactericida. *Poder disolvente. *Poder secuestrante.	-Bajo poder saponificante. -Bajo poder emulsionante. -Bajo poder humectante.	*Se emplean poco en la industria alimentaria ya que son corrosivos en mayor o menor extensión.	-Como detergente, limpieza de metales y cerámica papel. -Preparación de formaldehído inodoro.
Lauril sulfato sódico (tensioactivo)	*Buen poder dispersante. *Buen poder emulsificante.	-No es bactericida.	*no es corrosivo, se puede utilizar con confiabilidad.	-Como shampoo, Limpiadores en general: limpiadores de pisos, detergentes de lavandería combinados.
Trípolfosfatos sódico (secuestrante)	*Buen disolvente. *Buen dispersante.	-Bajo poder saponificante. -Bajo poder humectante.	*Se adiciona a los detergentes para evitar la precipitación de sales. Es un buen ligante.	-Detergentes. -Cemento. -Lodos de perforación.

Otra de las consideraciones que se deben tomar en cuenta por su grado de importancia para la obtención de productos confiables en el aspecto de la calidad previo al reuso de equipos es la desinfección de las superficies y equipos en contacto con los alimentos, buscando con esto la reducción del número de microorganismos a un nivel que no perjudique la salud.

Terry McAninch (2004) líder especialista en la fabricación de productos químicos (fabrican más de 200 limpiadores y desinfectantes) menciona que "Los microorganismos requieren nutrientes para crecer y la suciedad remanente de los alimentos sobre el equipo o el ambiente en la producción después de el procesamiento proporciona restos de alimentos indeseados". "El primer paso es realizar efectivamente la limpieza de esta área de alimentos, lo cual asegurara cubrir el 90% del problema, entonces, el propósito del segundo paso, sería la aplicación de desinfectantes, para aniquilar o acabar con los organismos remanentes o restantes en la superficie de contacto del alimento. Si se elimina los restos de los alimentos los microorganismos tienen poca probabilidad de vivir." Aunque la limpieza eficaz quitará la mayoría de suciedad, la aplicación del agente desinfectante es esencial para quitar cualquier microorganismo patógeno. Sin embargo, McAninch menciona, ya que los microorganismos tienen una habilidad de adaptarse a los desinfectantes, los higienistas no sólo deben seleccionar los químicos apropiados para sus funcionamientos si no también deben seleccionar más de un producto. "Un programa de higiene necesita ser inconstante con los químicos que se estén usando para que los microorganismos no tengan oportunidad para inmunizarse en el sistema." Anónimo 11, 2004.

Una recomendación podría ser aplicar las sugerencias de MacAnich, (2004) de emplear compuestos mezclados, pero también rotar los productos que se empleen, lo cual ayudará a evitar la adaptación de los microorganismos.

Estas consideraciones es fundamental tomarlas en cuenta, como se menciona en el capítulo 1, ya que los utensilios y equipos se deben limpiar y desinfectar antes de su uso y después de cada interrupción de trabajo siguiendo las etapas para la obtención de higiene, que son: *retirada de residuos gruesos, enjuague inicial, aplicación de un limpiador, enjuague intermedio, aplicación de un desinfectante, enjuague final y secado*. Los equipos y materiales limpios y desinfectados deben protegerse de recontaminación o contaminación cruzada cuando se almacenen o no estén en uso, con lo referente a la selección de los limpiadores o desinfectantes esto se logra cambiando el agente antimicrobiano periódicamente porque eliminará los microorganismos que han desarrollado una tolerancia a un desinfectante en particular. Los desinfectantes deben seleccionarse considerando los microorganismos que se desea eliminar, el tipo de producto que se elabora y el material de las superficies que entran en contacto con el producto. Efectivamente el uso continuo de ciertos desinfectantes químicos puede dar lugar a la aparición de microorganismos resistentes. Las partes de los equipos que no entren en contacto directo con los productos también deben mantenerse limpios y tener un adecuado diseño sanitario, no por el hecho que no entren en contacto se dejen de

considerar un foco de contaminación, ya que se puede presentar un problema de contaminación cruzada y el efecto final puede ser el mismo.

El uso efectivo de limpiadores químicos y antimicrobianos es decididamente uno de los más importantes aspectos de los programas de higienización de una planta de alimentos. La selección de los limpiadores apropiados y los agentes de desinfección en conjunto permite asegurar la batalla higiénica contra la suciedad ocasionando el desarrollo de microorganismos patógenos como *Listeria Monocytogenes* y *E.coli O.157:H7*. Anónimo 11, 2004.

Una de las posibilidades más enriquecedoras de validar el conocimiento es aplicándolo en la realidad es decir aplicarlo en la industria, lo que se busca obtener es la máxima eficiencia de los detergentes químicos y los desinfectantes.

“Sabido cuando hacer un cambio real con respecto a los químicos de la higienización se puede tener un gran desafío,” ¡Típicamente, cuando el verificador lleva acabo las pruebas de limpieza e identifica que la presencia de microorganismos están empezando a subir aunque se ha estado usando la misma metodología de limpieza y el rango de régimen de higiene esta fuera, esto es un buen indicador que se debe tomar en cuenta y llevar acabo una acción diferente!”.

Anónimo 11, 2004. En estos casos hay evidencia clara de aclimatación y es necesario tomar medidas correctivas, el contar con bitácoras de control sobre la eficiencia de la limpieza y la desinfección, nos permitirá detectar el momento en que el programa se sale de control y tomar las medidas preventivas que nos permitan evitar que ésta situación se presente con una adecuada rotación de los productos seleccionados.

Además de los antimicrobianos tradicionales, cloro, los compuestos del amonio cuaternario, y Iodóforos. Han ganado prestigio como los agentes desinfectantes complementarios en las plantas de alimentos, precisamente porque los procesadores de alimentos están buscando algo diferente que agregar a la mezcla de limpiadores para la higienización y destruir la carga microbiana.

McAninch (2004) recomienda que los procesadores de alimentos deban considerar las fuerzas y las debilidades de cada uno de estos antimicrobianos por lo que se refiere a su aplicación específica en la planta, se necesita encontrar la mezcla más eficaz, a continuación se describe brevemente su efecto y acción que tienen como desinfectantes, al aplicarlos en las superficies que se requieren controlar de posible contaminación.

- Cloro. Ampliamente usado en las plantas de alimentos, es el más barato y proporciona una muerte inmediata. No da protección residual mucho tiempo al término, y es corrosivo con un olor picante.
- Compuestos de amonio cuaternario. Considerados más seguros para el uso en el equipo, los QUAT's (término empleado en industria para referirse a los compuestos cuaternarios de amonio) proporcionan excelente muerte

residual en poco tiempo. Por otra parte no hay que olvidar que el personal que maneje estos compuestos pueden ser alérgicos.

- Iodóforos. Estas sustancias presentan buen efecto contra los residuos y un buen trabajo incluso cuando los restos de la suciedad están en la superficie. Su mal uso puede causar manchas en superficies plásticas y ser corrosivo con los metales, dependiendo de la concentración y la naturaleza de la superficie a la que se apliquen. Anónimo 11, 2004.

Hay muchos otros factores que pueden ayudar a seleccionar correctamente las sustancias desinfectantes y los detergentes, pero es importante trabajar con el proveedor de estas sustancias químicas para determinar lo que está disponible y que será más eficaz para su funcionamiento, bajo las condiciones de trabajo y con el tipo de alimento con que se trabaja.

Finalmente no deben almacenarse juntos los productos alcalinos con los ácidos. Los productos ácidos no deberán mezclarse con soluciones de hipoclorito, ya que se producirá gas de cloro. Las personas que trabajen con productos alcalinos o ácidos, deberán usar ropas y gafas protectoras, y ser instruidas cuidadosamente en las técnicas de manipulación. Los envases en los que se guardan tales líquidos deberán rotularse claramente y almacenarse en lugar separado al de los productos y los materiales de envase. Se deberán cumplir estrictamente las instrucciones de los fabricantes para su correcto uso. Tanto la limpieza como la desinfección, son operaciones esenciales para obtener la higiene esperada para así llevar acabo la aplicación de la luminiscencia como técnica de evaluación de la higiene, en áreas específicas.

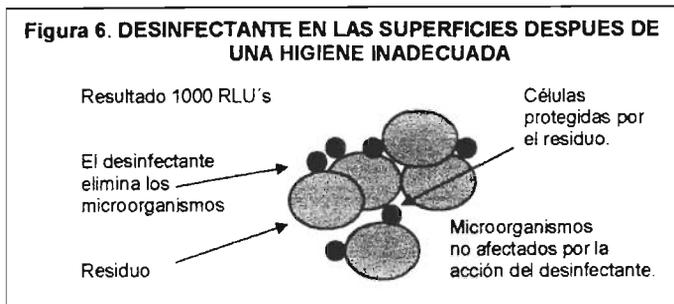
## **Luminiscencia**

Aun cuando la luminiscencia y la microbiología entre otras cosas buscan validar la calidad de la higiene, se hace por dos caminos diferentes, la primera lo hace detectando el ATP presente en la superficie, recordemos que el ATP (Adenosin Trifosfato) es la molécula energética de todos los seres vivos, y es una molécula muy estable, por lo tanto permanecerá presente en la materia orgánica; así mismo, la mayoría del ATP que se mide es de residuos de producto. ISSUE, 2001.

La microbiología es una referencia para saber si la higiene fue lo suficientemente efectiva para eliminar todo el residuo de producto que se acumula durante la producción, pues si se eliminaron los residuos del producto, seguramente se eliminan los microorganismos o viceversa, si no se eliminaron los residuos, habrá microorganismos que crecerán en los medios de cultivo cuando se aplique la microbiología. Ver figura 6.

Por lo anterior, se considera también que en la superficie de los equipos, no se puede hacer la diferenciación entre ATP de origen microbiano del ATP de residuos porque no es necesario, se puede decir que higiene es:

**“El trabajo que se realiza para eliminar residuos de producto y microorganismos de las líneas de producción para asegurar la calidad de los productos, para su consumo”**



Fuente: ISSUE, Manual Sistema de manejo de Higiene, BTC, 2001. pag. 24.

Entonces si los equipos nos dan el aviso que la superficie no está limpia en un tiempo mínimo, habrá en esa superficie residuos y/o microorganismos, de cualquier forma, la presencia de uno o ambos nos indica que la superficie no está limpia.

Por último, se debe tener presente que la tecnología del ATP es un arma mas que se une a todo un proceso de aseguramiento de calidad como el HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos) para asegurar la calidad de los productos.

Es necesario pues que se entienda que ésta es una prueba de calidad de higiene, no es una prueba de microbiología, que no sustituye la microbiología y que no se encontrará correlación directa, a cambio, se tendrá una prueba directa de calidad de higiene, en tiempo real, confiable y con poca variabilidad.

Las recompensas de un programa de higienización bien manejado son comúnmente poco vistas e inadvertidas por lo encargados de manejo de estas, en muchas compañías es por el resultado de una inversión mínima y de la gente quienes realizan este trabajo. En contraste quienes han hecho de la higienización una prioridad pueden afirmar los beneficios obtenidos en términos de productividad, moral y satisfactoria para el consumidor, todo lo cual tiene consecuencia directa con toda la línea de producción de la compañía.

Una planta procesadora de jugos llamada “Tropicana”, ha llevado el análisis de higiene en puntos de riesgo de contaminación antes de obtener el producto, lo cual ahora les ha permitido resolver muchos problemas de higiene en otras compañías de alimentos y en ella misma y crear programas de seguridad, lo que los ha llevado a un alto cambio en recorte de presupuesto. Esta compañía de jugos frescos ha adoptado una manera de optimizar las habilidades del personal a

través de organizar un equipo de aproximación para reconocer líderes en cada departamento. Tropicana ha transformado a sus operadores en monitores de higiene quienes utilizan instrumentos de luminiscencia ATP para muestrear periódicamente los puntos críticos en la línea de producción, y además estos grupos son entrenados para limpiar el equipo si los niveles de residuos detectados son inaceptables. Anónimo 10, 2000.

“Nos estamos moviendo hacia el concepto de trabajo en equipo de alta eficacia al crear operadores que sientan que ellos son parte indispensable de la planta” menciona Dan Fisher (2000), facilitador de control de calidad del área de empaque de las instalaciones de Tropicana en Bradenton, Florida.

Como se menciona en la sección 2.1.1.2. página 33 lo que se intenta es involucrar a los operadores totalmente en el control del proceso y hacerlos responsables de la importancia de mantener limpia y segura las superficies y equipo de trabajo. El componente más importante para implantar un programa de higiene es la gente involucrada para conseguirlo esto apoyado con un entrenamiento para desempeñar su trabajo, tomando en cuenta que tan clara y efectiva es la comunicación con ellos, resultará en que su trabajo sea un punto crítico de la calidad y seguridad de los productos de la compañía. Desafortunadamente, muchas compañías de alimentos continúan restando importancia a la higiene y viéndola como un gasto en lugar de verla como una inversión, como una merma del negocio de la producción en lugar de verla como una medida de seguridad e impedir las posibilidades de que un producto contaminado llegue a los compradores o a los consumidores.

Mostrar las metas y los principios o regulaciones de la compañía ante el empleado es hacerle saber lo importante que es para el proceso y dar la oportunidad de decidir si quiere ser parte del equipo de trabajo.

La empresa Tropicana ha establecido la utilización de la bioluminiscencia para cada segmento de su proceso de producción, incluido el empaquetado, llenado de cartones, llenado de envases y procesamiento. “Cada departamento ha sido entrenado para utilizar el luminómetro en las áreas específicas”. “Este grupo de trabajadores de higiene sabe cuales son las principales superficies y las partes del los equipos que ellos necesitan probar o hisopar para poder reportar al departamento correspondiente, todas las pruebas, que dan como resultado una tarjeta de puntaje la cual es entregada a la dirección”. La Compañía Tropicana está observando la diferencia no solamente en la reducción en costo de horas de empleo del personal sino además en la eficiencia de su operación. La tecnología de bioluminiscencia ATP en particular ha contribuido a reducir este tiempo de los empleados debido a que la línea de producción no tiene que cerrar para esperar un análisis de calidad. Cada segundo que se pierde por el personal se convierte en minutos de improductividad de los fabricantes, quienes están constantemente intentando calendarizar los embarques, y los retrasos significan que puede costarles a los productores la pérdida de compradores ó consumidores. Anónimo 10, 2000.

Aquí aparece la importancia de identificar las áreas de riesgo que se deben controlar y que el personal se involucre e identifique posibles deficiencias de aquí que el diagrama 2 de la página 43, puede servir de muy buena guía para que los operarios lleven con confiabilidad el proceso de higiene, finalmente lo que se busca es hacer efectivos y confiables el tiempo de producción para la obtención de productos con calidad.

Por lo anterior cabe mencionar que de inicio la implantación de sistemas de medición ATP por luminiscencia puede resultar costoso, pero si se enfoca a la relación total de costo beneficio para la compañía existe una ganancia con la disminución de quejas o rechazo de producto respecto con su calidad de los compradores y por consecuencia de los consumidores.

El equipo y la gente son dos componentes importantes de un programa de higiene, esto es por lo que los expertos en higiene enfatizan la importancia del entrenamiento y retención de los empleados, y mantenerlos con un propósito de sentido y valor a su trabajo, la mayoría de los expertos están de acuerdo en que los programas de higienización bien manejados son una política de seguridad y que las compañías necesitan observar la calidad de las inversiones en lugar de la cantidad en lo referente al gasto, esto aplica al equipamiento y los productos químicos, pero sobre todos al personal; si los empleados de higienización no se capacitan adecuadamente y de forma continua, entonces el departamento puede encontrarse con la desventaja de tener que estar buscando constantemente personal que desempeñe el trabajo y no hacer un uso óptimo del presupuesto del departamento de calidad.

El entrenamiento debe incorporar los principios de GMP (Buenas Prácticas de Manufactura), el cual deberá estar documentado por escrito. Es importante capacitar a cualquier nueva contratación en estos requerimientos, hacerlo es hacer más eficaz estos principios, por otra parte toda la información debe estar vertida en un manual o en un formato de una página específica firmado por el gerente. Desde el primer día en el trabajo, los empleados deberán saber que es lo que se requiere de ellos de acuerdo a estos estándares.

En el capítulo 3 de la presente tesis se mencionó la importancia de mantener un control lógico y constante en el monitoreo de la higiene, para poder detectar cuando el proceso se sale de control, los gráficos de control son un apoyo en este sentido. Mostrar las metas y los principios o regulaciones de la compañía ante el empleado es hacerle saber lo importante que es para el proceso y dar la oportunidad de decidir si quiere ser parte del equipo de trabajo. La clave para el mantenimiento de un programa de higiene es hacer un seguimiento con los empleados para asegurar que se están siguiendo los procedimientos marcados por la compañía de una manera correcta y segura, y después medir los resultados, con las evaluaciones de los empleados. "hay mucha diferencia entre la teoría y las razones prácticas" Anónimo 10, 2000. Esto es muy cierto ya que como se mencionó en la sección 2.1.1. página 32 de Medidas Educativas, muchas veces la higiene

resulta más eficaz explicándola que practicándola, pero debe surgir el trabajo en equipo, la comprensión y compromiso de obtener productos de buena calidad.

“Es importante entender la frecuencia necesaria para la limpiar efectivamente los equipos contra el riesgo particular, si cada dos o cuatro horas o cada dos semanas”, hay una diferencia enorme y una consecuencia también. “Se puede gastar o invertir dinero en la limpieza cosmética pero esto no quiere decir que este limpio. Si se discute sobre presupuestos, el punto de la higiene es lo más importante”. Anónimo 10, 2000 Esto deberá ser establecido por la propia planta procesadora, ella determinara la frecuencia de llevar acabo la higiene dependiendo el grado de riesgo de contaminación.

En el otro extremo del espectro existen las consideraciones del equipo, tales como la instrumentación de ATP y la limpieza automatizada. Las ineficiencias en un programa de higiene, tales como el uso de equipo inadecuado, pueden afectar directamente la seguridad y calidad del producto si la higiene no se está haciendo completa y adecuadamente. Los sistemas automatizados pueden estar aplicándose de numerosas formas para reducir tiempos, en el trabajo del personal y en la variabilidad en los procesos de higiene. Un buen equipo de personas no puede ser reemplazado por completo por equipos, pero también se debe considerar que entre menos personas hagan la limpieza manual significará mucha más eficiencia y menos riesgo de contaminación con equipos automatizados.

Es importante señalar que con la ayuda de los sistemas de bioluminiscencia ATP, la cuestión es encontrar el balance entre el número de empleados y el número de instrumentos. Los factores a considerar son los tipos de equipo de proceso que se necesitan para limpiar y monitorear, el costo involucrado en la implantación y utilización de la bioluminiscencia ATP, y quienes deben operar los instrumentos.

La actual generación de sistemas de bioluminiscencia están diseñados para ser operados fácilmente, basta con un entrenamiento básico. John Simlar (2000) Gerente de Marketing con la compañía Neogen Corporation, basa los diagnósticos de la compañía que distribuyen un sistema de muestreo Biotrace ATP comenta: “Biotrace es un equipo que tiene la principal ventaja de tener un sistema muy sencillo de usar”. Los mas complicado de los instrumentos ATP de hace algunos años era la dificultad de operarse pero ésta dificultad se reducía cuando se empezaba a familiarizarse con ellos, lo cual es común con cualquier equipo que se manipula con frecuencia. Los sistemas Biotrace son tan fáciles de utilizar que aquellas compañías que monitoreaban higiene con otros equipos han cambiado al uso del equipo de Biotrace y otras han optado por adquirirlo”. Anónimo 10, 2000. Efectivamente es real, por experiencia propia, compañías importantes han decidido cambiar y otras alternar con los ya usados como lo son en lumnometro Lighning, para llevar acabo su monitoreo de higiene, la finalidad es la misma de tener un control rápido, fácil y efectivo.

En el punto 3.4.4.1. se ejemplifica la manera tan sencilla de llevar a cabo la prueba de luminiscencia y como se menciona el sistema es muy amigable para el personal encargado de llevar a cabo las pruebas.

Uno de los beneficios más importantes de la monitorización de ATP es el potencial para extender la vida de anaquel del producto debido a la mayor confiabilidad que el sistema ATP ofrece sobre el chequeo visual. Las compañías están encontrando que la monitorización ATP puede ser utilizada para reducir los riesgos de la contaminación sobre las superficies del equipo, por lo tanto la reducción de la contaminación del producto y la extensión de su vida de anaquel.

Un número de opciones existentes para las compañías grandes y pequeñas que quieren incorporar la monitorización de ATP en sus programas de higiene existe actualmente. Una compañía pequeña puede expandir su GMP a través del establecimiento de un plan de muestreo para la planta. "Una de las cosas que yo he visto que se hacen en las pequeñas operaciones, dependiendo de su abastecimiento, es tomar en renta el equipo de luminiscencia," esto lo dice Vic D'Angiolo (2000), Coordinador de las Cadenas de Calidad de Tropicana. Con esta opción la compañía sólo tiene que pagar los swaps que ellos utilizan y al inicio pueden obtener un cierto número de pruebas gratuitamente. Anónimo 10, 2000.

De acuerdo a lo que he visto la mayoría de las compañías toman en préstamo el equipo, sin ningún costo adicional, solo con la garantía de consumir cierta cantidad de hisopos mensualmente gozando de la misma cobertura que les da tener un equipo de luminiscencia es decir, soporte técnico, capacitación, en el uso del equipo a la o las personas que lo van a utilizar, con lo referente a su compra no queda cancelado pero si es menos visto esto depende de las políticas de la propia empresa y tendría la ventaja de ser más redituable para el productor.

Uno de los beneficios citados por los observadores de un programa de higiene bien manejado es que la mejor inversión en estos programas y la mejora de los mismos programas resultara cuando la compañía delegue esto o caracterice esto como una función crítica y no como necesaria de los procesos de producción. Es un asunto de establecimiento de prioridades y tener un buen programa en casa y una comunicación abierta. Entender las bases de la higienización en la planta de alimentos. Los programas deben estar bien dirigidos y su manejo puede ser la diferencia." Anónimo 10, 2000. El establecer y mantener una técnica de higiene no es tarea fácil pero si existe una buena comprensión de todo el personal y me refiero a todo el personal sin importar departamentos, para el fin esperado de obtener alimentos confiables para su consumo, esto será muy fácil de alcanzar por que surgirá la comprensión y lo más importante el trabajo en equipo.

Hay un gran número de compañías con sistemas de ATP aprobados para el monitoreo de higiene en el mercado que ofrece un indicador de lecturas muy rápidas que mantienen un formato incluyendo, el Uni-Lite (Biotrace), un luminómetro / sistema reactivo que determina una muestra de contaminación simple en 15-30 segundos, el sistema de validación Lightning (BioControl), un

luminómetro / hisopo técnica que determina la contaminación en menos de 20 segundos, y el Zygiene 100 Sistema de Higiene Rápido (BioTest), el cual combina un luminómetro sensible con un reactivo que detecta ATP bioluminiscencia registra células somáticas y bacterianas en menos de un minuto. Las pruebas de 3M Quik Swab, las cuales consisten en una longitud del hisopo de cinco-pulgadas, llevando acabo el hisopeado húmedo o seco, entrega aproximadamente 1.0ml directamente en la muestra hacia un Plato Petrifilm o una muestra de 3M de Redigel. El hisopo contiene una solución buffer que facilita la recuperación de bacterias y neutraliza los residuos de desinfectantes que pueden permanecer en las superficies después de limpiar. También el Charms que cuenta con hisopos a precio competitivo, la línea de Merck con alta sensibilidad, la prueba se realiza por medio de reactivos.

Finalmente aquí están algunos pasos para seleccionar un sistema de ATP

- ⌚ Pensar el Propósito. Decidir que el sistema se usará para monitorear la limpieza de las superficies en contacto con el alimento, tuberías, bombas, tanques, etc. El identificar el propósito proporcionará la guía acerca de los procedimientos a ser seguidos, los pasos adicionales necesarios y la sensibilidad y especificidad que el sistema requiriere para la comprobación bacteriológica.
- ⌚ Velocidad para obtener los resultados. Junto con los tiempos reales, otros factores como el número de pruebas, los sitios a monitorear por cambio de turno o por día, como hacer el monitoreo y el propio operador, relaciona los factores que influirán en la velocidad global para obtener los resultados.
- ⌚ Los reactivos o los hisopos. Los sistemas ATP bioluminiscencia pueden categorizarse en dos grupos: con el uso de mezcla de reactivos e hisopos o con el uso sólo de hisopos que contienen luciferin-luciferasa y una solución buffer. La conveniencia del último es obvia ya que es más práctica. Otras consideraciones importantes son estabilidad de los reactivos, tiempo de vida de anaquel y requisitos de temperatura de almacenamiento y control de calidad de los hisopos.
- ⌚ El instrumento. Todo el sistema de ATP bioluminiscencia es portátil, batería recargable, interfase de la computadora con otras computadoras en la planta. La facilidad de su buen funcionamiento por que es un equipo amigable con el usuario, esto es muy importante.
- ⌚ Entrenamiento y el servicio técnico. ¿Qué tipo de entrenamiento se requerirá? ¿Quién proporcionará el entrenamiento y dónde? Hay personal especializado en los instrumentos y equipos mantienen un entrenamiento con el funcionamiento apropiado del sistema. Sin embargo, se debe tener

entrenamiento personalizado en la planta en lugar de una introducción superficial.

- ⊖ El costo. Ésta puede ser la última consideración, aunque puede ser la primera pregunta. El costo del equipo, reactivos, hisopos y así sucesivamente es definitivamente un factor a ser considerado buscando un sistema de ATP bioluminiscencia. Sin embargo, muchas variables influyen en el costo. Cuando se considera los costos de adoptar un nuevo sistema, también se debe considerar el ahorro del potencial que es el resultado de las mejoras en la higienización de la planta.

## CONCLUSIONES

El garantizar alimentos seguros para el consumo humano, realizar programas orientados para mantener productos higiénicos y mantener la confianza de los productos para su comercialización, no es una tarea fácil pero tampoco es imposible. Si se identifica, se planea, se desarrolla y finalmente se evalúa, los posibles métodos o técnicas que se pueden implantar en el proceso de transformación de los productos y habiendo un firme compromiso de trabajo en equipo para que se lleve a cabo; será alcanzable esta posibilidad.

La participación de las personas destinadas tanto de llevar a cabo el monitoreo de higiene así como el que las aplica, son piezas importantes para la obtención de la calidad de los productos, los cuales deben tener el asesoramiento adecuado, y acceso a la información técnica relevante sobre la higiene y calidad de los alimentos; podrán hacer llegar su opinión en reuniones grupales con la finalidad de que todo el personal involucrado hable el mismo idioma. Su participación, facilitará la transferencia de mejoras sobre la obtención de alimentos seguros ya que ellos son finalmente los que la llevan a cabo, aumentando así la competitividad del producto y reduciendo así las pérdidas económicas.

Reducir los riesgos y las pérdidas es fundamental para el crecimiento en la obtención de productos procesados, por lo que si se cumple con los programas de higiene se estará cumpliendo con las directrices en la obtención de alimentos producidos bajo condiciones sanitarias y asegura que los productos sean inócuos. Esto llevará a reducir considerablemente las pérdidas de alimentos y prevenir la producción de alimentos procesados que puedan dañar al consumidor.

Los alimentos que cumplen también con estas directrices y facilitan la preservación de la calidad e inocuidad a lo largo de toda la cadena de distribución, pueden ser transportados y comercializados libremente en el mercado internacional sin peligro para la salud; aumentando la disponibilidad de alimentos para promover la seguridad alimentaria y el comercio en nuestro país.

Las plantas procesadoras se enfrentan día con día a responder a las necesidades y demandas no sólo de los consumidores sino también del mismo comercio tanto nacional como internacional, por lo que a fin de cubrir estas necesidades se debe introducir tecnología de punta y se deberá de contar con sistemas eficientes de elaboración y distribución de alimentos. Para lograr este fin se propuso en este trabajo una técnica de evaluación de higiene por luminiscencia con un luminómetro Biotrace en las áreas que tienen contacto con los alimentos y pueden ser un riesgo de contaminación para obtener productos de calidad óptima para el consumo, de una manera efectiva, rápida y fácil.

Cabe destacar que es de gran importancia, el papel que debería tener el gobierno para apoyar y asistir principalmente a la pequeña y mediana industria de alimentos para desarrollar programas de capacitación sobre higiene y calidad de sus productos. Dando a conocer la importancia de la seguridad e higiene de los

alimentos que esto representa para el propio crecimiento en todas las fases de la producción incluyendo recepción de materia prima, sustancias contaminantes del medio ambiente, línea de proceso de transformación del producto, distribución y almacenamiento, para así poder ser capaz de responder con rapidez al proyecto tecnológico y no actuar como freno del mismo por lo que debe existir la plena confianza de que se obtendrá un beneficio.

Se debe mantener el compromiso de higiene en los alimentos para asegurar su consumo y poder así acceder a los mercados internacionales debiendo así satisfacer los requisitos reglamentarios.

Si se acepta que toda vez que la productividad aumenta primordialmente por los aspectos humanos y no tanto por la maquinaria o equipo de trabajo, ello no quiere decir que el hombre este al mismo nivel que las máquinas o las instalaciones, ya que todos sabemos que estas cosas son materiales, que después de todo, para nada sirve la más avanzada tecnología si no hay hombres que las operen, las reparen y las conserven en condiciones necesarias para su manejo, por ello se concluye de manera tajante que lo más importante para la producción o para cualquier otra actividad en el centro de trabajo es precisamente el hombre y por lógica el trabajo en equipo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anónimo 1. Code of Federal Regulations 40 Protection of Environmental” Código de normas federales 40,1992.
2. Anónimo 2. <http://www.epa.gov/espanol/contaminacion.htm>.
3. Anónimo3. <http://www.salud.gob.mx/unidades/dircsbs/informacion/capitulo8.htm>.
4. Anónimo4. <http://www.salud.gob.mx/unidades/dircsbs/informacion/capitulo9.htm>. 1999.
5. Anónimo 5. <http://www.semamat.gob.mx> NMX-AA-093-1999-SCFI. Análisis de agua.- Determinación de la conductividad eléctrica.
6. Anónimo6. [http://www.uacj.mx/IIT/MaesAmbi/Cursos/angelina\\_dominguez/practica\\_no3.htm](http://www.uacj.mx/IIT/MaesAmbi/Cursos/angelina_dominguez/practica_no3.htm).
7. Anónimo7. [www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia14/HTML/articulo07.htm](http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia14/HTML/articulo07.htm).
8. Anónimo 8. <http://www.fpolar.org.ve/escien/escien24.html>.
9. Anónimo 9. <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/Bioluminiscencia.htm>, 1999.
10. Anónimo 10. Magazine Food Quality, Investing in Sanitation, a Clear Priority, September/October, 2000.
11. Anónimo 11. Magazine Food Safety, Article Get the Most From your Sanitation Chemicals, February/March, Vol, 10, 2004.
12. Apha Awwa. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (Métodos normalizados para la examinación del agua y aguas residuales) 18a Edición. E.U.A. 1992.
13. Bans William, “Biotechnology From A to Z”, second edicion, Ed. Oxford University Press, 2001.
14. Bautista Ávila Jorge, “Avances y Técnicas de Control de Calidad y su Aplicación en la Industria Mexicana”, Tesis UNAM 1993.
15. Boehnke Neal D. and R.D. Delumyea. “Laboratory Experiments in Environmental Chemistry”. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, (ISBN 0-13-917171-1), 2000.

16. Brown, Theodore L.; H.E. LeMay Jr.; y B.E. Bursten. *QUÍMICA. "La Ciencia Central"*. Edo. de México", México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 7a. ed. 1998.
17. Bullock J. "Biotecnología Básica", Editorial Acribia, 1987.
18. Cesuros Maria. "Environmental Sampling and Analysis for Technicians. Boca Raton", Fl.: CRC Press, 320 pp. (ISBN 0-8371-835-6). 1994.
19. Charley Helen, "Tecnología de Alimentos, Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos", Ed. Limusa Noriega; México D.F. 1999.
20. Clescerl Leonore; A.E. Greenberg; and R.R. Trussell (Eds.). "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater". Baltimore, Maryland: Port City Press, 17<sup>th</sup> ed. 1989.
21. Davidsohn J., E. J. Better y A. Davidson, vol. I, Interscience publishers, Inc. New York Interscience publishers, Ltd., Londres, 1953.
22. Degremont, Water Treatment Handbook, (Manual de tratamiento de agua) 6a. Edición Vol. I y II E.U.A. 1991.
23. De J. Fernández Manuel, "Como Proteger Nuestros Alimentos" Ed. Unión Tipografica, Editorial Hispano Americana, 1968.
24. Eckenfelder W.W. Jr. "Industrial Water Pollution Control", (Control de la contaminación industrial del agua). 2a. Edición McGraw-Hill International Editions. E.U.A., 1989.
25. Fellowz Peter, "Tecnología del Procesado de Alimentos", Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España 1991.
26. Flick Ernest W., "Water Treatment Chemicals. and Industrial Guide", (Tratamiento químico del agua. una guía industrial) Noyes Publications. E.U.A. 1991.
27. G. Mariot Norman, "Essentials of Food Sanitation", Chapman & Hall International Thomson Publishing 1997.
28. Gordon M Fair, John Ch Gerey, "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales", Limusa, México, 1988.
29. Hardenbergh W.A. y B. Rodie Edward, "Ingeniería Sanitaria", Ed. Continental S.A. 1975.
30. Hayes P.R., "Microbiología e Higiene de los Alimentos", Editorial Acribia, S. A. de C. V. 1993.

31. HYGINOV, Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección editorial Acribia Zaragoza, 2002.
32. Instituto Nacional de Ecología, Programa para la Minimización y Manejo Integral de residuos Industriales, SEMARNAP1996-2000.
33. ISSUE. Manual Sistema de manejo de higiene, BTC, 2001.
34. Jhones Nicolas, "Higiene de los alimentos" editorIAL Acribia, 1995.
35. Jiménez Montañés María Ángela "La calidad como estrategia Competitiva", Editorial Tebar Flores, 1996.
36. Puig Jorge, Ingeniería, Autocontrol y Auditoria de la Higiene en la Industria Alimentaria, Ed. Mundi-Prensa, 1999.
37. Kemmer Frank N, John McCallion, "Manual del Agua", Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. 1989.
38. Layman P. L, "Brisk detergents activity Changes picture for chemical suppliers", en *Chem. and Eng. News*, enero 23, 1984.
39. Metcalf and Hedí, "Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse", (Ingeniería en el Tratamiento de Aguas Residuales, Disposición y Reuso) McGraw-Hill International Editions. 3a edición. E.U.A. 1991.
40. Mortimore Sara y Wallace Carol, "HACCP Enfoque Práctico", Editorial Acribia, 1996.
41. NORMA Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
42. Ondrus Martin G. "Laboratory Experiments in Environmental Chemistry". Winnipeg, Canada: Wuerz Publishing Ltd, 1996.
43. Reeve Roger N. "Environmental Analysis. Baffins Lane", Chichester. Jhon Wiley & Sons, Inc., 263 pp. (ISBN 0 471 93833 5). 1994.
44. Rodellar Lisa Adolfo, "Seguridad e Higiene en el Trabajo", Editorial Alfa Omega, 1999.
45. Roeske C. N., Seiber J. N., Brower L. P y. Moffitt C. M, "Milkweed cardenolides and their comparative processing by Monarch butterflies (*Danaureds plexippos*)", en "Recent advances in Phytochemistry", 10, 93 (1975).

46. Romo Alfonso, "Química, Universo, Tierra y Vida", Editorial Fondo de Cultura Económica, primera impresión 1988, quinta reimpresión, 1996.
47. Sawyer, Clair N. and P.L. McCarty. "*Chemistry for Environmental Engineering*". E.U.: McGraww-Hill, Inc., 1<sup>st</sup> ed., 532 pp. (ISBN 0 07-054971-0). 1978.
48. Sheppard T. Powell, "Acondicionamiento de Aguas para la Industria" Ed. Limusa 1979.
49. Sheppard T. Powell, "Manual de Aguas para usos Industriales", Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. la. Edición, Volúmenes 1 al 4. México, 1988.
50. Stadros Th. F., *Surfactants*, Academic Press, Harcourt Brace Javanovich, editores, Londres, Orlando, San Diego, San Francisco, Nueva York, Toronto, Montreal, Sidney, Tokio, Sao Paulo, 1984.
51. Subsecretaria de operación turística. Manual a nivel operativo y manejo higiénico de los alimentos. Impreso por servicios litográficos metropolitanos S.A de C.V.
52. Tomasini Alfredo, "Retos y Riesgos de la Calidad Total", Editorial Grijalbo, 1994.
53. Trevan M.D., Boffey S. Goulding K.H. y Stanbury P.. "Biotecnología Principios Biológicos", Editorial Arbia, 1990.
54. Troller John A., "Sanitation in Food Procesing", Ed. Academia Press Inc. 1983.
55. U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines and New Source Performance (Documento de desarrollo de la U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estandares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).
56. Vasavada Pumendu, Magazine Food Safety, Article Getting Really Rapid Test Results, June/July, Vol. 7, 2001.
57. Vega Juan Carlos "Manejo de residuos de la Industria Química y afín", Editorial Alfa Omega y Ed. Univ. Católica de Chile, 1999.
58. Wildbrett Gerhard, "Limpieza y Desinfección en la Industria Alimentaria", Editorial Acmbia, 2000.