



Optimización de los Procesos de Limpieza y Desinfección

Francisco Díez González, Ph. D.
Profesor de Microbiología de Alimentos

Julio 24, 2014

— DEPARTMENT OF —
Food Science and Nutrition
UNIVERSITY OF MINNESOTA

Temario

1. Conceptos generales de limpieza y sanidad
2. Factores críticos para limpiar y sanitizar
3. Tipos de limpiadores y sanitizantes
4. Estrategias de optimización de sistemas de limpieza y sanitización
5. Métodos de monitoreo de sanidad
6. Discusión y preguntas

Conceptos Generales

- ❑ Limpieza y desinfección (o sanitización) son componentes esenciales para reducir contaminación microbiana
- ❑ Limpieza y sanitización (LyS) son parte de las buenas prácticas de manufactura (BPM)
- ❑ Prevenir la contaminación microbiana evita infecciones del consumidor y aumenta la vida de anaquel del producto

Conceptos Generales

- ❑ Limpieza siempre se tiene que hacer antes que el saneamiento
- ❑ LyS son pre-requisitos para el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC)
- ❑ Los residuos orgánicos son nutrientes para los microorganismos
- ❑ La mugre o residuos interfieren con el efecto de los sanitizantes

Conceptos Generales

□ Esterilización

- Tratamiento que mata o inactiva todo ser vivo o material genético

□ Desinfección

- Tratamiento que mata a todas las células vivas, excepto a las esporas bacterianas

□ Sanitización

- Tratamiento que mata al 99.999% de las bacterias vivas

Conceptos Generales

- Limpieza
 - Eliminación de residuos o mugre de superficies

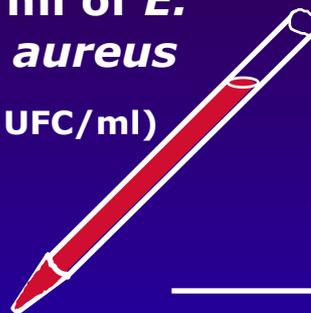
- Sanitización
 - Reducción en la cuenta bacteriana al 0.001% del original

Definición de Sanitizante por el Método Oficial AOAC

99 ml sanitizante
25°C



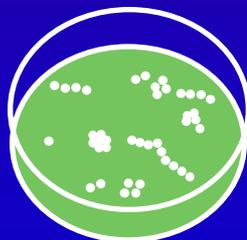
Añadir 1 ml of *E. coli* or *S. aureus*
($>7.5 \times 10^7$ UFC/ml)



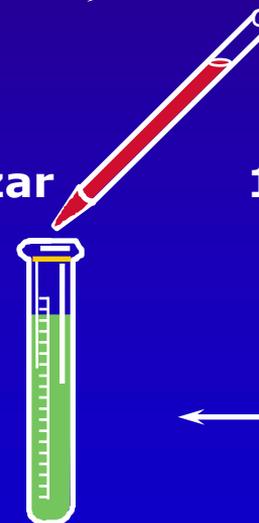
30 segundos



Determinar
cuenta viable



Neutralizar



1 ml

Eficacia
requerida:
Letalidad de
99.999% en
30 seg. a
25°C

Factores de la Limpieza

1. Fuentes de suciedad
2. Características del equipo o superficies a limpiar
3. Composición de los residuos de alimentos
4. Tipo de limpiadores
5. Temperatura

Factores de la Limpieza

6. Método de aplicación

- Manual
- "Clean in place" o CIP

7. Concentración de detergentes

8. Calidad del agua

9. Presencia de biopelículas

Factores de la Limpieza

- ❑ Componentes de la suciedad/residuos
 - Proteínas y péptidos
 - Lípidos – grasas y aceites
 - Carbohidratos – azúcares y polisácaridos
 - Sales minerales

Factores de la Limpieza

- Tres etapas de la limpieza
 - Enjuague con agua
 - Lavado con detergente
 - Enjuague con agua

Factores de la Limpieza

- Componentes de la suciedad y residuos de alimentos

Tipo de suciedad	Solubilidad	Limpieza
Sales	Agua y ácido	Fácil
Azúcares	Agua	Fácil
Grasas	Álcali	Difícil
Proteínas	Parcial en ácido/álcali	Muy difícil

Factores de la Limpieza

- Componentes de detergentes
 - Surfactantes
 - Bases - NaOH, KOH, etc.
 - Ácidos – nítrico, fosfórico, acético, etc.
 - Enzimas – proteasas, lipasas, amilasas
 - Acondicionadores de agua
 - Agentes oxidantes
 - Ingredientes de relleno

Principios de la Sanitización

- Métodos para matar microbios:
 - Físicos
 - Químicos

Factores de la Sanitización

1. Residuos orgánicos
2. Características del equipo o superficies
3. Temperatura
4. pH
5. Tipo de saneadores
6. Tiempo de contacto

Factores de la Sanitización

6. Método de aplicación
7. Concentración de saneadores
8. Calidad del agua
9. Presencia de biopelículas
10. Espectro de acción de saneador

Factores de la Sanitización

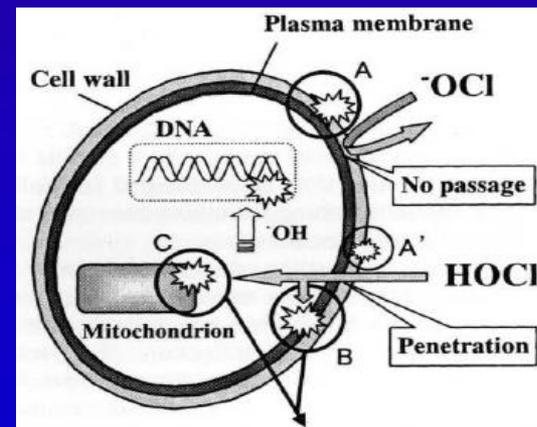
- Método de aplicación de saneadores
 - Líquido
 - Vapor o niebla
 - Gas
 - Espuma

La Sanitización

- Métodos físicos para matar microbios:
 - Calor
 - Agua caliente – 77 - 85°C por 5 - 15 min
 - Vapor de agua – >94°C por 5 min
 - Radiación con luz
 - Luz ultravioleta – 200 a 280 nm de longitud de onda

La Sanitización

- Métodos para matar microbios:
 - Químicos
 - Compuestos oxidantes que dañan diferentes componentes celulares



La Sanitización

- Métodos químicos para matar microbios:
 - Dos grupos generales:
 1. Saneadores de superficies en contacto con los alimentos que no requieren enjuague
 2. Saneadores de superficies que no están en contacto con los alimentos

La Sanitización

- Saneadores químicos de superficies en contacto con los alimentos que no requieren enjuague
 - Compuestos de cloro
 - Iodóforos
 - Compuestos cuaternarios de amonio (Cuats)
 - Surfactantes ácidos aniónicos
 - Saneadores de ácidos carboxílicos
 - Peróxidos
 - Ozono

La Sanitización

- Características deseadas de saneador químico ideal
 - Amplio espectro
 - Acción rápida y efectiva
 - Resistencia al ambiente y estabilidad
 - No tóxico y no irritante
 - Soluble en agua
 - Sin residuos de color u olor
 - Fácil de usarse
 - Bajo costo
 - Compatible con el ambiente y no corrosivo

La Sanitización

- Características generales de los compuestos de cloro
 - Tipos
 - Gas de cloro
 - Hipocloritos de sodio, litio o calcio
 - Forma activa: ácido hipocloroso (HOCl)
 - Reacciona con los grupos tioles de las proteínas
 - Daña las proteínas y las membranas
 - Concentración máxima permitida: 200 ppm

La Sanitización

- Características generales de los compuestos de cloro

Ventajas	Desventajas
Amplio espectro	Formación de gas tóxico
Tolera el agua dura	Corrosivo, irritante
Efectivo a baja temperatura	Reacciona con material orgánico
Bajo costo	Inestable
Actividad residual	Forma compuestos tóxicos halogenados
	Afecta el medio ambiente

La Sanitización

- Características generales de los Iodóforos
 - Iodo (I_2) + surfactante + ácido
 - Formas activas: I_2 y ácido hipoyodoso (HOI)
 - Reacciona con los grupos tioles de las proteínas
 - Concentración máxima permitida: 25 ppm

La Sanitización

□ Características generales de los iodóforos

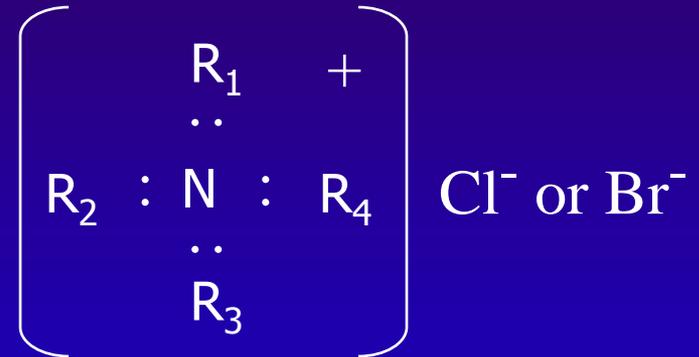
Ventajas	Desventajas
Amplio espectro	Mancha las superficies
Baja toxicidad, menos irritante	No es efectivo a temperaturas bajas
Rango de pH amplio 2-8	Corrosivo a temp. > 120°F
Estable	Produce espuma en exceso
Color ayuda al control	Más costoso

La Sanitización

□ Características generales de las sales cuaternarias de amonio

→ Tipos:

- Cloruro de benzalconio
- Cuats dobles
- Cuats de cadena doble



→ Acción antimicrobiana:

- Desnaturaliza las proteínas y desestabiliza las membranas

- Concentración máxima permitida: 200 ppm

La Sanitización

- Características generales de las sales cuaternarias de amonio

Ventajas	Desventajas
Amplio espectro	Incompatible con aniónicos
No tóxico, no corrosivo, sin olor o color	Afectados por agua dura
Capacidad detergente	Sensible a baja temperatura
Muy estable	Espuma en exceso
Efecto residual	Actividad antimicrobiana variable

La Sanitización

□ Características generales de los peróxidos

→ Ácido peroxiacético



La Sanitización

❑ Características generales de los peróxidos

Ventajas	Desventajas
Amplio espectro	Sensibilidad a los iones metálicos
No tóxico, sin color	Corrosivos de metales
Capacidad detergente	Olor
Muy estables	Actividad variable contra hongos
Efecto residual	
Rango amplio de temp.	
Toleran materia orgánica	
Rango amplio de pH	
No afecta el ambiente	

Temario

1. Conceptos generales de limpieza y sanidad
2. Factores críticos para limpiar y sanitizar
3. Tipos de limpiadores y sanitizantes
- 4. Estrategias de optimización de sistemas de limpieza y sanitización**
5. Métodos de monitoreo de sanidad
6. Discusión y preguntas

Criterios de un Sistema de Limpieza y Sanitización

1. Diseño apropiado del edificio y materiales de construcción
2. Líneas de producción en base a BPM
3. Equipo de procesamiento de materiales adecuados
4. Compatibilidad de los sistemas de limpieza y sanitización

Criterios de un Sistema de Limpieza y Sanitización

5. Selección adecuada de limpiadores y sanitizantes
 - Características del alimento
 - Tipos de microorganismos
 - De acuerdo a usos aprobados
 - Consultar con expertos
6. Frecuencia de limpieza y sanitización
7. Parte del sistema de inocuidad y calidad del proceso

Criterios de un Sistema de Limpieza y Sanitización

5. Uso adecuado de limpiadores y sanitizantes

Seguir instrucciones en la etiqueta

1. Usar agua potable
2. Preparación reciente
3. Evitar reusar
4. Uso de la concentración exacta efectiva
 - Nunca exceder el límite legal

Criterios de un Sistema de Limpieza y Sanitización

6. Frecuencia de limpieza y sanitización

- **Recomendaciones generales**
 - Sanitizar al final de la limpieza
 - Volver a sanitizar después de más de 4 horas desde la sanitización anterior
 - Dependiendo del tipo de producto
 - Dependiendo de datos históricos

Estrategias para Optimizar un Sistema de Limpieza y Sanitización

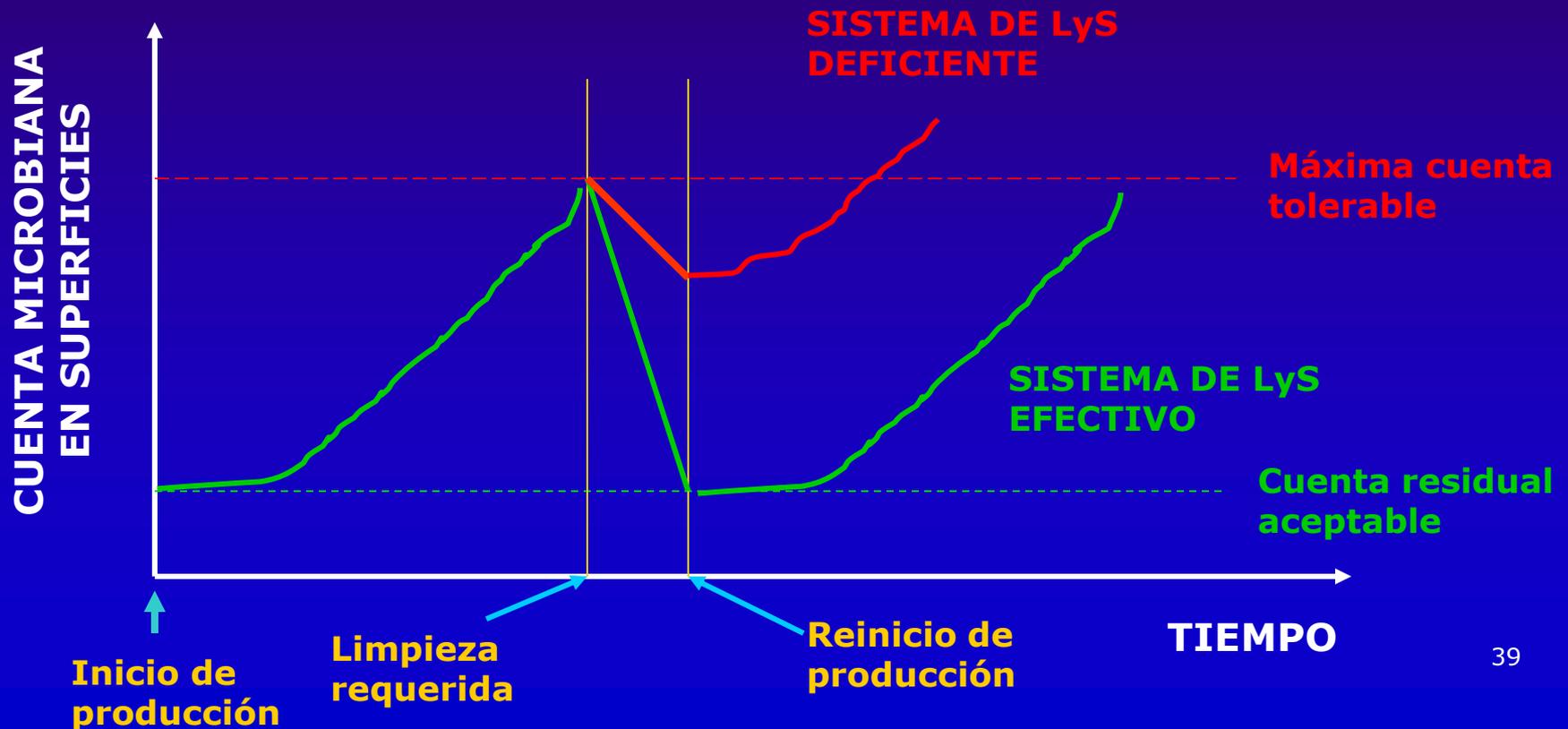
1. Revisión periódica de BPM (sobre todo en caso de problemas)
2. Uso de métodos de verificación y monitoreo
3. Investigación extensiva de los limpiadores y sanitizantes más apropiados
4. Considerar más de un proveedor de limpiadores y sanitizantes

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

- Métodos de verificación o monitoreo:
Procedimientos basados en técnicas empíricas, químicas o microbiológicas para determinar el nivel sanitario de un material

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

Importancia de la verificación o monitoreo



Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

□ Clases de métodos

- Inspección visual
- Medición de cloro residual
- Análisis microbiológicos
- Determinación de alérgenos
- Ensayo de bioluminiscencia con ATP

□ Requieren colección de la muestra por medio de un hisopo, torunda o aplicador de esponja

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

□ Métodos microbiológicos

- Requieren incubación por varias horas o días
- Detectan solo microorganismos vivos

□ Bioluminiscencia

- Detecta el ATP de cualquier organismo vivo (residuo biológico) – amplio espectro
- Resultado inmediato
- Respuesta inmediata

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

□ Consideraciones importantes

1. ¿Dónde y cuando muestrear?
2. ¿Cuántos hisopos usar?
3. ¿Qué tan frecuentemente muestrear?

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

□ Factores importantes para responder esas preguntas

1. Frecuencia de ciclos de LyS
2. Tamaño de la planta
3. Complejidad de la planta
4. Nivel de riesgo de los productos fabricados
5. Existencia de recomendaciones de referencia tales como el ICMSF para criterios de decisión

Métodos de Verificación y Monitoreo de Sistemas de Limpieza y Sanitización

□ Bioluminiscencia

- Sistema enzimático de luciferina-luciferasa (obtenido de las luciérnagas) que genera luz cuando reacciona con ATP
- Unidades de medición son arbitrarias: unidades de luz relativas (ULR)
- ULR van a depender de las condiciones de operación



Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

- ❑ Cada sistema de verificación establece los límites aceptables de ULR
- ❑ El valor de ULR de aceptación/rechazo se debe establecer durante la implementación del sistema
- ❑ Este valor de ULR debe estar basado en datos obtenidos previamente durante condiciones normales de operación



Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

- Factores que influyen los resultados de ULR
 - Las características del producto y el proceso
 - El método de limpieza (p. ej. Manual o CIP)
 - Las condiciones de las superficies a analizar
 - La composición del material que se analiza



Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

□ Límites de ULR de aceptación/rechazo

1. Aceptación: no se requiere ninguna modificación en el método de LyS

2. Precaución

- Área de bajo riesgo – aumente la frecuencia de muestreo
- Área de alto riesgo - repetir limpieza, sanitización y muestreo

3. Rechazo: repetir limpieza, sanitización y muestreo

Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

□ Recomendaciones para establecer límites de ULR de aceptación/rechazo

1. Pre-limpieza:

- Obtener mediciones ULR antes de limpiar

2. Limpieza actual

- Medir ULR después de limpiar normalmente

3. Limpieza ideal

- Medir ULR después de una limpieza profunda

Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

□ Modos de establecer límites de ULR de aceptación/rechazo

1. Uso de tablas de referencia

2. Cálculo en base a promedios y desviación estándar

Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

□ Modos para establecer límites de ULR de aceptación/rechazo

1. Uso de tablas de referencia

Ejemplo	Límite de aceptación	Rango de precaución	Límite de rechazo
1	100	101-199	200
2	150	151-299	300
3	200	201-399	400
4	250	251-499	500
5	300	301-599	600
6	400	401-799	800

Bioluminiscencia para la Verificación y Monitoreo

□ Modos para establecer límites de ULR de aceptación/rechazo

2. Cálculo en base a promedios y desviación estándar

Ejemplo:

- Medidas óptimas de URL: 350, 404, 383, 310, 405
- Promedio: 370; Desv. Est.: 40
- Los límites serían:
 - Aceptación: < 370
 - Precaución: 370-490
 - Rechazo (3 DE's sobre el promedio): > 490

Resumen I

- ❑ La limpieza y la sanitización son componentes indispensables de las BPM
- ❑ Un análisis a fondo es necesario para definir el sistema de sanidad apropiado
- ❑ La presencia de microorganismos es el principal motivo para la L y S
- ❑ La optimización de los sistemas de L y S requieren una revisión general de la operación

Resumen II

- El monitoreo de superficies es una de las herramientas más útiles para mejorar el sistema de L y S
- El monitoreo usando bioluminescencia es muy efectivo para la optimización de sistemas
- El uso de la bioluminescencia requiere una metodología para que sea de utilidad

¡Muchas Gracias!

