



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y
DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4 %, CON VIDA DE ANAQUEL
CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES**

Andrea Ivonne Arias Flores

Asesorado por la Inga. Hilda Palma de Martini

Guatemala, Marzo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y
DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4 %, CON VIDA DE ANAQUEL
CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANDREA IVONNE ARIAS FLORES

ASESORADO POR LA INGA. HILDA PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, MARZO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Luis Diego Aguilar Ralón |
| VOCAL V | Br. Christian Daniel Estrada Santizo |
| SECRETARIO | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

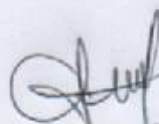
| | |
|-------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADORA | Inga. María Alejandra Má Villatoro |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Salvador Wong Davi |
| EXAMINADOR | Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y
DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4 %, CON VIDA DE ANAQUEL
CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha enero 2013.



Andrea Ivonne Arias Flores



Guatemala, 29 de marzo, 2016

**Ingeniero
Carlos Wong Davi
Director Escuela de Ingeniería Química
UŞAC**

Estimado Ing. Wong:

De manera atenta me dirijo a usted, deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

El motivo de comunicarme con usted en esta ocasión es para hacer de su conocimiento que la estudiante Andrea Ivonne Arias Flores, con carné 200915268 desarrolló el trabajo de graduación titulado "*Evaluación a nivel laboratorio, de la acción desinfectante y desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, con vida de anaquel caducada, como sustituto a productos químicos comunes*", personalmente le he orientado en el desarrollo y estructuración, por esta razón extiendo la presente para manifestarle que estoy de acuerdo con dar como aprobada la elaboración y finalización del mismo.

Sin otro particular me despido de usted.

Atentamente,

Ms. Sc. Inga. Hilda Palma de Martini
Colegiado No. 453

**INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453**



Guatemala, 22 de mayo de 2017.
Ref. EIQ.TG-IF.022.2017.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo 173-2013 le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Andrea Ivonne Arias Flores**.
Identificada con número de carné: **2009-15268**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

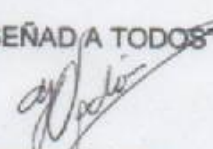
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4 %, CON VIDA DE ANAQUEL CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES

El Trabajo de Graduación ha sido asesorada por la Ingeniera Química: **Hilda Piedad Palma Ramos**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Gerardo Ordoñez
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.020.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **ANDREA IVONNE ARIAS FLORES** titulado: "**EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4%, CON VIDA DE ANAQUEL CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, marzo 2019

FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR

Cc: Archivo
CSWD/ale

Universidad de San Carlos
De Guatemala

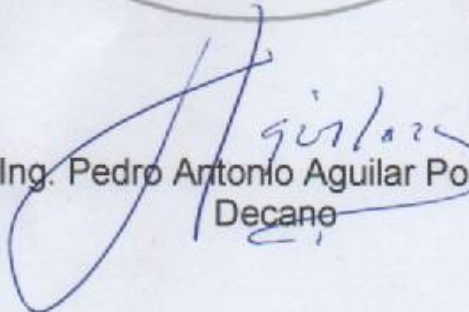


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.122.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química del trabajo de graduación titulado: **"EVALUACIÓN A NIVEL LABORATORIO, DE LA ACCIÓN DESINFECTANTE Y DESENGRASANTE DEL VINAGRE SINTÉTICO BLANCO AL 4% CON VIDA DE ANAQUEL CADUCADA, COMO SUSTITUTO A PRODUCTOS QUÍMICOS COMUNES"** presentado por la estudiante universitaria: **Andrea Ivonne Arias Flores** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Marzo de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por guiarme y protegerme diariamente, ayudándome a crecer como persona y como profesional. Por ser ese pilar fundamental en mi vida.
- Virgen María** Por ser el modelo de mujer, fortaleza y perseverancia; por interceder, guiar, iluminar, bendecir y proteger mi camino.
- Mi mamá** Yvonne Flores, por ser un ejemplo a seguir y un apoyo incondicional, por enseñarme algo nuevo cada día, y estar presente en mis triunfos y fracasos.
- Mi abuelita** Olga Morales, por guiarme sabiamente cada día, y enseñarme a crecer y aceptar las circunstancias de la vida desde otro punto de vista.
- Mi hermano** David Flores, por ser la razón para seguir adelante cada día.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|--------------------------|---|
| Dios | Por ser un guía incondicional en todos los aspectos de mi vida. |
| Mi mamá y abuela | Yvonne Flores y Olga Morales, por darme una vida llena de bendiciones, darme una familia, y apoyarme siempre en todos mis sueños. |
| Mi hermano | David Flores, por siempre estar a mi lado y por motivarme a seguir adelante y cumplir mis sueños. |
| Mi familia | Por el apoyo brindado en todo este tiempo, y por motivarme a hacer realidad este sueño. |
| Mis amigos | Por el afecto sincero y desinteresado, a lo largo del tiempo; por las experiencias compartidas; por el apoyo en las buenas y malas circunstancias, porque siempre estuvieron ahí. |
| Inga. Hilda Palma | Gracias por los consejos, enseñanzas, paciencia y por ayudarme a encontrar mi vocación dentro de nuestra carrera. |

Facultad de Ingeniería

Por formarme en mi carrera profesional y por las oportunidades brindadas.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por todas las oportunidades y por retarme a defender mis ideales en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | IX |
| GLOSARIO..... | XI |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| HIPÓTESIS | XVIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIX |
| | |
| 1. ANTECEDENTES..... | 1 |
| | |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1. Vinagre sintético..... | 3 |
| 2.1.1. Diagrama de bloques de proceso..... | 4 |
| 2.1.2. Condiciones en la industria alimenticia | 6 |
| 2.1.3. Características fisicoquímicas | 6 |
| 2.1.4. Características microbiológicas | 7 |
| 2.1.5. Aplicaciones..... | 7 |
| 2.1.5.1. Propiedades para la salud | 7 |
| 2.1.5.2. Propiedades para limpieza | 8 |
| 2.1.5.3. Propiedades para belleza | 9 |
| 2.2. Desinfectantes..... | 9 |
| 2.2.1. Características de los desinfectantes..... | 11 |
| 2.2.1.1. Tiempo de exposición | 11 |
| 2.2.1.2. Temperatura | 12 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.2.1.3. | pH..... | 13 |
| 2.2.1.4. | Limpieza del equipo | 13 |
| 2.2.1.5. | Dureza del agua | 13 |
| 2.2.1.6. | Adherencia bacteriana | 13 |
| 2.2.2. | Mecanismo de acción de los desinfectantes | 14 |
| 2.2.3. | Métodos para evaluar los desinfectantes | 17 |
| 2.2.3.1. | Técnica de dilución de tubo | 17 |
| 2.2.3.2. | Técnica de la placa de agar..... | 18 |
| 2.3. | Desengrasantes | 19 |
| 2.3.1. | Clasificación de los desengrasantes..... | 20 |
| 2.3.1.1. | Productos alcalinos | 20 |
| 2.3.1.2. | Productos ácidos..... | 21 |
| 2.3.1.3. | Productos neutros | 21 |
| 2.3.2. | Métodos para evaluar los desengrasantes..... | 21 |
| 2.3.2.1. | Método óptico o de observación | 22 |
| 2.4. | Desinfectantes y desengrasantes aprobados para desinfección y limpieza de superficies y maquinaria en la industria alimentaria..... | 23 |
| 2.5. | Cadena productiva..... | 25 |
| 2.5.1. | Aprovechamiento de subproductos..... | 27 |
| 2.5.1.1. | Uso tradicional vs uso actual de subproductos alimenticios | 27 |
| 2.6. | Trazabilidad en plantas de alimentos | 29 |
| 2.6.1. | Disposición de producto con vida de anaquel caducada | 31 |
| 3. | DISEÑO EXPERIMENTAL | 33 |
| 3.1. | Variables..... | 33 |
| 3.2. | Delimitación del campo de estudio | 34 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.3. | Recurso humano | 35 |
| 3.4. | Recurso material disponible | 35 |
| 3.5. | Técnica cualitativa o cuantitativa..... | 37 |
| 3.6. | Recolección de la información..... | 39 |
| 3.6.1. | Procedimiento..... | 40 |
| 3.6.1.1. | Medición de pH en una solución de ácido..... | 40 |
| 3.6.1.1.1. | Alcance | 40 |
| 3.6.1.1.2. | Aparatos | 40 |
| 3.6.1.1.3. | Reactivos | 40 |
| 3.6.1.1.4. | Muestra | 40 |
| 3.6.1.1.5. | Procedimiento | 40 |
| 3.6.1.2. | Método de enjuague para toma de muestras | 41 |
| 3.6.1.2.1. | Alcance | 41 |
| 3.6.1.2.2. | Aparatos | 42 |
| 3.6.1.2.3. | Reactivos | 42 |
| 3.6.1.2.4. | Muestra | 42 |
| 3.6.1.2.5. | Procedimiento | 42 |
| 3.6.1.3. | Determinación de coliformes totales y fecales en superficies..... | 43 |
| 3.6.1.3.1. | Alcance | 43 |
| 3.6.1.3.2. | Aparatos | 448 |
| 3.6.1.3.3. | Reactivos | 44 |
| 3.6.1.3.4. | Muestra | 44 |
| 3.6.1.3.5. | Procedimiento | 44 |
| 3.6.1.4. | Método de observación para evaluación de desengrasantes | 46 |
| 3.6.1.4.1. | Alcance | 47 |

| | | | |
|------|------------|---|----|
| | 3.6.1.4.2. | Aparatos | 47 |
| | 3.6.1.4.3. | Muestra..... | 47 |
| | 3.6.1.4.4. | Procedimiento | 47 |
| | 3.6.1.5. | Manejo de productos y residuos | 48 |
| 3.7. | | Procesamiento de la información..... | 49 |
| | 3.7.1. | Tendencia del comportamiento de la acidez del vinagre en función del tiempo de producción | 55 |
| | 3.7.2. | Cálculo de porcentaje de capacidad desinfectante.. | 50 |
| | 3.7.3. | Evaluación capacidad desengrasante | 51 |
| | 3.7.4. | Cálculo del ahorro de la empresa al sustituir los productos químicos comunes por el vinagre sintético blanco al 4 % | 53 |
| 3.8. | | Análisis estadístico | 54 |
| | 3.8.1. | Número de repeticiones..... | 54 |
| | 3.8.2. | Media de una muestra | 55 |
| | 3.8.3. | Desviación estándar..... | 56 |
| | 3.8.4. | ANOVA | 56 |
| 4. | | RESULTADOS | 59 |
| | 4.1. | Determinación del valor de pH de vinagre sintético blanco al 4 % en función de su tiempo de producción | 59 |
| | 4.2. | Evaluación acción desinfectante del vinagre sintético blanco al 4 %, comparado con un producto químico común..... | 61 |
| | 4.3. | Evaluación acción desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, comparado con un producto químico común..... | 65 |
| | 4.4. | Cálculo del ahorro anual de una empresa dedicada a la manufactura de vinagre sintético blanco al 4 %, al utilizar este producto como un sustituto a los desinfectantes y desengrasantes químicos comunes | 67 |

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 4.5. | Análisis estadístico..... | 68 |
| 5. | INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 71 |
| | CONCLUSIONES | 71 |
| | RECOMENDACIONES | 77 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 78 |
| | APÉNDICES | 83 |
| | ANEXOS | 85 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Vinagres elaborados mediante la fermentación de frutas..... | 4 |
| 2. | Diagrama de bloques del proceso vinagre sintético..... | 5 |
| 3. | Formulación con vinagre para sustancia de limpieza | 8 |
| 4. | Uso correcto de los desinfectantes para garantizar su acción | 10 |
| 5. | Desengrasante 100 % natural, distribuido en Colombia | 20 |
| 6. | Diagrama del entorno de una cadena productiva en una empresa | 25 |
| 7. | Aprovechamiento de subproductos y residuos en plantas productivas .. | 28 |
| 8. | Trazabilidad de productos en los procesos de la industria alimentaria... | 30 |
| 9. | Tendencia esperada respecto al comportamiento de la acidez del vinagre sintético blanco al 4 % en función de su tiempo de producción . | 49 |
| 10. | Tendencia esperada de la capacidad bactericida del vinagre sintético blanco y del producto químico en función del tiempo de exposición | 51 |
| 11. | Tendencia esperada de la capacidad desengrasante del vinagre sintético blanco y del producto químico en función del tiempo de exposición | 53 |
| 12. | Relación entre el valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % y su tiempo de producción | 60 |
| 13. | Capacidad bactericida contra coliformes totales, del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común | 64 |
| 14. | Capacidad bactericida contra coliformes fecales, del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común | 65 |
| 15. | Capacidad desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común | 67 |

TABLAS

| | | |
|--------|---|----|
| I. | Características fisicoquímicas del vinagre sintético | 6 |
| II. | Acción de los desinfectantes en función del tiempo de exposición | 12 |
| III. | Tipos de desinfectantes según su mecanismo de acción | 16 |
| IV. | Calificación cualitativa y capacidad desengrasante de una sustancia . | 22 |
| V. | Desinfectantes aprobados y criterios para su elección | 24 |
| VI. | Variables de proceso | 33 |
| VII. | Variables a manipular | 34 |
| VIII. | Técnica cuantitativa utilizada en el desarrollo experimental | 38 |
| IX. | Técnica cualitativa utilizada en el desarrollo experimental | 38 |
| X. | Preparación de inóculo con caldo lauril sulfato de sodio | 45 |
| XI. | Índice del NMP de coliformes totales por 100,0 mL de muestra | 46 |
| XII. | Escala para calificación cualitativa y capacidad desengrasante de una sustancia, mediante el método de observación | 58 |
| XIII. | Análisis de varianza | 58 |
| XIV. | pH del vinagre sintético blanco en función del tiempo de producción .. | 58 |
| XV. | Capacidad bactericida vinagre en función de concentración | 61 |
| XVI. | Capacidad bactericida vinagre en función de tiempo de exposición | 62 |
| XVII. | Capacidad bactericida producto químico en función de tiempo de exposición | 63 |
| XVIII. | Efectividad de capacidad bactericida en condiciones óptimas | 64 |
| XIX. | Capacidad desengrasante vinagre en función de concentración | 66 |
| XX. | Capacidad desengrasante vinagre y producto químico en función de tiempo de exposición con superficies | 66 |
| XXI. | Ahorro alcanzado en una empresa al sustituir el producto químico por el vinagre sintético blanco al 4 % con vida de anaquel caducada..... | 68 |
| XXII. | Análisis de varianza de un factor | 69 |
| XXIII. | Análisis de hipótesis | 69 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|----------------------------------|
| % v/v | Porcentaje de volumen en volumen |
| % | Porcentaje |
| \bar{x} | Media de la muestra |
| x_i | Dato <i>i</i> ésimo |
| °C | Grados Celsius |
| F | Factor de ANOVA |
| g | Gramos |
| GL | Grados de libertad |
| H _i | Hipótesis alternativa |
| H _o | Hipótesis nula |
| L | Litro |
| Log | Logaritmo |
| min | Minutos |
| mL | Mililitros |
| mm | Milímetro |
| n | Número de datos |
| n/a | No aplica |
| NPM | Número más probable |
| P | Probabilidad |
| t | Tiempo |
| UFC | Unidades formadoras de colonias |
| s | Desviación estándar |

GLOSARIO

| | |
|---------------------------------------|--|
| Ácido acético | Ácido orgánico débil presente en el vinagre, responsable de su olor y sabor característico. |
| Ácido orgánico | Compuesto oxigenado derivado de los hidrocarburos, caracterizados por tener el grupo funcional carboxilo. |
| Análisis microbiológico | Métodos estandarizados para evaluación de presencia cuantitativa o cualitativa de microorganismos en una superficie u objeto determinado. |
| Caldo de bilis verde brillante | Medio de cultivo para coliformes totales, con presencia de peptona para el crecimiento del cultivo; bilis, para inhibir otras bacterias distintas a las coliformes; y lactosa, compuesto fermentable por las coliformes. |
| Caldo EC | Medio de crecimiento para recuento de coliformes fecales en agua, superficies y alimentos; caracterizado por la presencia de lactosa y sales biliares. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Caldo lauril sulfato de sodio | Medio de cultivo para recuento de coliformes totales y fecales, característico por la presencia de lactosa, sales de sodio, triptosa y cloruro de sodio. |
| Campana de Durham | Tubo situado en el interior de los tubos de ensayo utilizados en análisis microbiológicos, los cuales identifican la formación de gases por microorganismos presentes en la muestra analizada. |
| Capacidad bactericida | Aptitud para producir muerte a una bacteria. |
| Coliformes fecales | Grupo de bacterias similares a la estructura de la Escherichia Coli, proveniente de un origen fecal. |
| Coliformes totales | Grupo de bacterias similares a la estructura de la Escherichia Coli, proveniente de un origen no fecal. |
| Desecho | Residuo del cual se prescinde por no tener utilidad. |
| Patógenos | Ser vivo que causa o produce enfermedad, generalmente se trata de microorganismos. |
| pH | Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. |
| Residuo | Subproducto de un proceso potencialmente útil, en un proceso diferente. |

| | |
|----------------------------|---|
| Superficies inertes | Superficies que están en contacto con los alimentos, ya sea en la producción o para consumo directo. |
| Vida de anaquel | Período entre la manufactura y venta de un producto, durante el cual éste tiene una calidad satisfactoria haciéndolo apto para el consumo humano. |
| Vinagre sintético | Vinagre producido mediante la dilución acuosa de ácido acético, con una concentración del 4 %, según el Codex Alimentarius. |

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la acción del vinagre sintético blanco al 4 % para que pueda emplearse como un agente desinfectante y un agente desengrasante, como sustituto a productos químicos comunes utilizados en plantas de manufactura de alimentos. Se utilizó vinagre sintético con vida de anaquel caducada para aumentar la cadena productiva de una empresa en específico, al aprovechar este residuo potencialmente útil, en lugar de simplemente desecharlo. De igual manera fue posible calcular el ahorro anual que la implementación de este proyecto representaría para dicha empresa.

Primero, se procedió a caracterizar muestras de vinagre sintético blanco al 4 %, con distintos tiempos de vida de anaquel caducada para observar cuál es el comportamiento del nivel de acidez del mismo. Se evaluaron 7 muestras de vinagre con un rango de 13 a 18 meses de producción y una de ellas de producción reciente (15 días). El análisis se realizó utilizando un potenciómetro, con lo que se concluyó que el valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % se mantiene constante en función del tiempo, obteniendo resultados en un rango de 2,91 – 3,11 unidades de pH.

Seguidamente, se realizaron análisis microbiológicos a nivel laboratorio para comparar la acción del vinagre respecto a los productos químicos comunes utilizados, variando la concentración del vinagre y el tiempo de exposición con el medio de cultivo y en las superficies analizadas.

Para realizar los análisis se tomaron muestras mediante la técnica de enjuague de superficies inertes en contacto con los alimentos después de la aplicación del vinagre y del producto químico común. Los análisis que se realizaron fueron recuento de coliformes totales y coliformes fecales. Según estos análisis se pudo concluir que el vinagre sintético blanco al 4 % tiene una capacidad bactericida contra coliformes totales mayor a la del producto químico común (99,0 %); y una capacidad bactericida contra coliformes fecales igual a este producto (91,96 %), al cumplir un tiempo de exposición con el medio de cultivo de 3 minutos.

Por otro lado, respecto al análisis de la acción desengrasante del vinagre sintético, al variar el tiempo de exposición en las superficies se utilizó únicamente el método cualitativo de observación. En este análisis se emplearon muestras de margarina y aceite aplicadas en superficies en contacto con los alimentos. Los resultados obtenidos permiten concluir que con una concentración del 4 % y un tiempo de exposición con la superficie inerte de 3 minutos, el vinagre sintético blanco tiene una capacidad desengrasante igual a la del producto de referencia.

Con los resultados obtenidos, se pudo concluir que la empresa puede tener un ahorro del 80,8 % al sustituir los productos químicos comunes utilizados como desinfectante y desengrasante por vinagre sintético blanco al 4 %.

OBJETIVOS

General

Evaluar la acción desinfectante y desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, luego de caducada su vida de anaquel, para que pueda emplearse en una formulación que sustituya el uso de productos químicos comunes.

Específicos

1. Encontrar la relación entre el valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % y el tiempo transcurrido desde su producción hasta 6 meses después de caducada su vida de anaquel.
2. Evaluar la acción del vinagre sintético blanco al 4 % como desinfectante, mediante análisis microbiológicos (Recuento coliformes totales y coliformes fecales), a escala laboratorio.
3. Evaluar la acción desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, mediante análisis cualitativos de observación, a escala laboratorio.
4. Calcular el ahorro anual que tendría una planta de alimentos al utilizar vinagre sintético blanco al 4 % como sustituto de los productos químicos comunes con capacidad desinfectante y desengrasante.

HIPÓTESIS

Hipótesis científica

El vinagre sintético blanco al 4 % puede ser utilizado como agente desinfectante y desengrasante, sustituyendo los productos químicos comunes.

Hipótesis estadística

Hipótesis alternativa (Hi):

La acción desinfectante y desengrasante de la formulación con vinagre sintético blanco (4 %) será mayor al aumentar el tiempo de exposición.

Hipótesis nula (Ho):

La acción desinfectante y desengrasante de la formulación con vinagre sintético blanco (4 %) no será mayor al aumentar el tiempo de exposición.

INTRODUCCIÓN

Las normas nacionales y regionales que se establecen mediante la COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas), el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano), y la USFDA (Food and Drug Administration of USA), que rigen la trazabilidad en las plantas de manufactura de alimentos indican que para el control del producto terminado en caso de presentarse un retiro obligatorio por incumplimiento a la calidad e inocuidad del mismo, es necesario guardar una muestra de cada lote de producción, en una bodega designada, durante la vida de anaquel de cada producto. La vida de anaquel de los productos puede estar determinada por un análisis específico de crecimiento microbiológico en función del tiempo y de las condiciones de manipulación y almacenamiento; o bien, por condiciones comerciales previamente establecidas.

En estas mismas normas también se requiere que la empresa tenga la responsabilidad social de desechar correctamente estas muestras luego de cumplir su tiempo de almacenamiento, para evitar el consumo de las mismas, porque luego de caducada su vida de anaquel pueden representar un riesgo para la salud de los consumidores.

Luego de analizar los volúmenes de producción de una empresa dedicada a la manufactura de vinagre sintético, se pudo determinar que a la semana se almacenan 2,5 galones de este producto en la bodega de trazabilidad. La vida de anaquel del vinagre está determinada únicamente por condiciones comerciales, porque por las características fisicoquímicas del mismo, no se considera un buen medio para el crecimiento de microorganismos. Al realizar la

revisión y actualización de las muestras en la bodega, el vinagre con vida de anaquel caducada se convierte en un desecho líquido, a pesar de ser un residuo potencialmente útil.

El vinagre sintético blanco es una sustancia que se prepara mediante una solución acuosa de ácido acético, cumpliendo la restricción del 4 % para la industria de alimentos. Durante su vida de anaquel, debido a su composición, el único parámetro que debe controlarse para considerarse apto para el consumo humano es su grado de acidez, que es del 4 % según el Codex Alimentarius. Debido a las características fisicoquímicas de esta sustancia, en especial a su grado de acidez, comúnmente es utilizado en los hogares como sustancia de limpieza. Dentro de las aplicaciones que puede tener este producto destacan: agente desinfectante, agente desengrasante, repelente contra insectos, limpiador de calcio acumulado en la ducha, limpiador de vidrios, entre otros.

Tomando como fundamento las justificaciones anteriores, en esta investigación se procedió a evaluar la acción desinfectante y desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, con vida de anaquel caducada. Se consideró un buen sustituto a productos químicos porque a pesar de caducada su vida de anaquel, no presenta ningún tipo de riesgo de contaminación al utilizarlo en las superficies en contacto con los alimentos, y sólo se debe monitorear el nivel de acidez del mismo. El objetivo de realizar este estudio fue comparar su acción con productos químicos comunes utilizados en plantas de manufactura de alimentos, para evaluar la sustitución de los mismos y con esto un ahorro mensual, mediante el aprovechamiento de un desecho líquido, aumentando la cadena productiva de la misma.

1. ANTECEDENTES

El uso del vinagre sintético blanco en aplicaciones distintas a la industria alimentaria, ya es conocido desde hace varios años. Esto se fundamenta principalmente a su nivel de acidez y otras de sus características fisicoquímicas, lo cual hace posible que pueda utilizarse como desinfectante, desengrasante, repelente contra insectos, para dar brillo a metales, para quitar acumulación de calcio en cafeteras y en la ducha, entre otros.

Para cumplir con las normas de trazabilidad establecidas nacional, regional e internacionalmente por entidades como COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas), RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) y la USFDA (Food and Drug Administration of USA), las empresas dedicadas a la manufactura de alimentos requieren guardar una muestra de cada lote de producción, durante la vida de anaquel de cada producto. La vida de anaquel de los productos puede estar determinada por un análisis específico de crecimiento microbiológico o por condiciones comerciales. Dentro de este contexto, las normas mencionadas anteriormente establecen que los parámetros microbiológicos que se deben controlar para garantizar la higiene e inocuidad de las superficies en contacto de los alimentos son coliformes totales, coliformes fecales y algunos patógenos como Salmonella, E.coli, y S. aureus.

Respecto al cambio en las características fisicoquímicas del vinagre luego de su vida de anaquel, se sabe según la literatura que el valor de pH tiende a acidificarse aún más. En la Universidad Rovira I Virgili de España, se realizó un estudio respecto a estos cambios que puede sufrir el vinagre luego de su vida de anaquel donde se concluye precisamente que su acidez aumenta. El trabajo

de graduación anterior lleva por nombre “Tratamientos del vinagre: conservación en botella, envejecimiento acelerado y eliminación de plomo”, realizado por Mariela Labbé Pino, en diciembre del 2007.

De igual manera existe un estudio realizado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala por Karen Calderón Barrios, con título “Comparación del efecto desinfectante de hidróxido de calcio vs. una mezcla de ácidos orgánicos y surfactantes, aplicados en pediluvios de una granja avícola en el Departamento de Guatemala” (Septiembre, 2005). En este trabajo de graduación se evalúa el uso de una mezcla de ácidos orgánicos, en donde se incluye el ácido acético, para la desinfección de pediluvios en una granja avícola.

En este último trabajo de graduación, se concluye que una mezcla de ácidos orgánicos en los que se toman en cuenta el ácido acético, componente principal del vinagre sintético, logró un porcentaje de efectividad del 96,0 % en su acción desinfectante, luego de realizar las pruebas correspondientes mediante un hisopado. Se recomienda que el tiempo mínimo de exposición esté cercano a los dos minutos, dependiendo de la concentración de los ácidos seleccionados.

El vinagre sintético blanco al 4 % presenta una composición fisicoquímica que no es un buen medio para el crecimiento de microorganismos, y su única variable en función del tiempo es su nivel de acidez o pH. Por lo anterior, se considera un buen agente desinfectante y desengrasante natural que no representa algún tipo de riesgo de contaminación al utilizarlo en las superficies en contacto con los alimentos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Vinagre sintético

El vinagre es esencialmente una solución diluida de ácido acético obtenida por fermentación alcohólica y acética de sustratos ricos en hidratos de carbono. Además de ácido acético, y dependiendo del sustrato de partida, contiene otras sustancias que contribuyen a su calidad final.

El mayor empleo del vinagre es como condimento de mesa o de productos ya preparados (mayonesas, mostazas, ají, salsas, otros), en la fabricación de conservas, encurtidos y otros.

El vinagre es un condimento imprescindible para una gran variedad de alimentos y platos ya que posee un bouquet agradable.

La principal diferencia entre el vinagre natural o fermentado y el vinagre sintético es la materia prima de la que se obtiene, así como los procesos de fermentación a los que se somete el natural. El natural es producto de una serie de fermentaciones de distintas frutas, mientras que el sintético se refiere a una dilución acuosa de ácido acético. Haciendo referencia a las aplicaciones fuera de la industria alimenticia, el vinagre sintético es más utilizado debido a que no se obtienen trazas de azúcares como subproducto del proceso de elaboración, haciendo más eficaz la acción de su nivel de acidez en otros campos como salud, limpieza, belleza y otros.

Figura 1. **Vinagres elaborados mediante la fermentación de frutas**



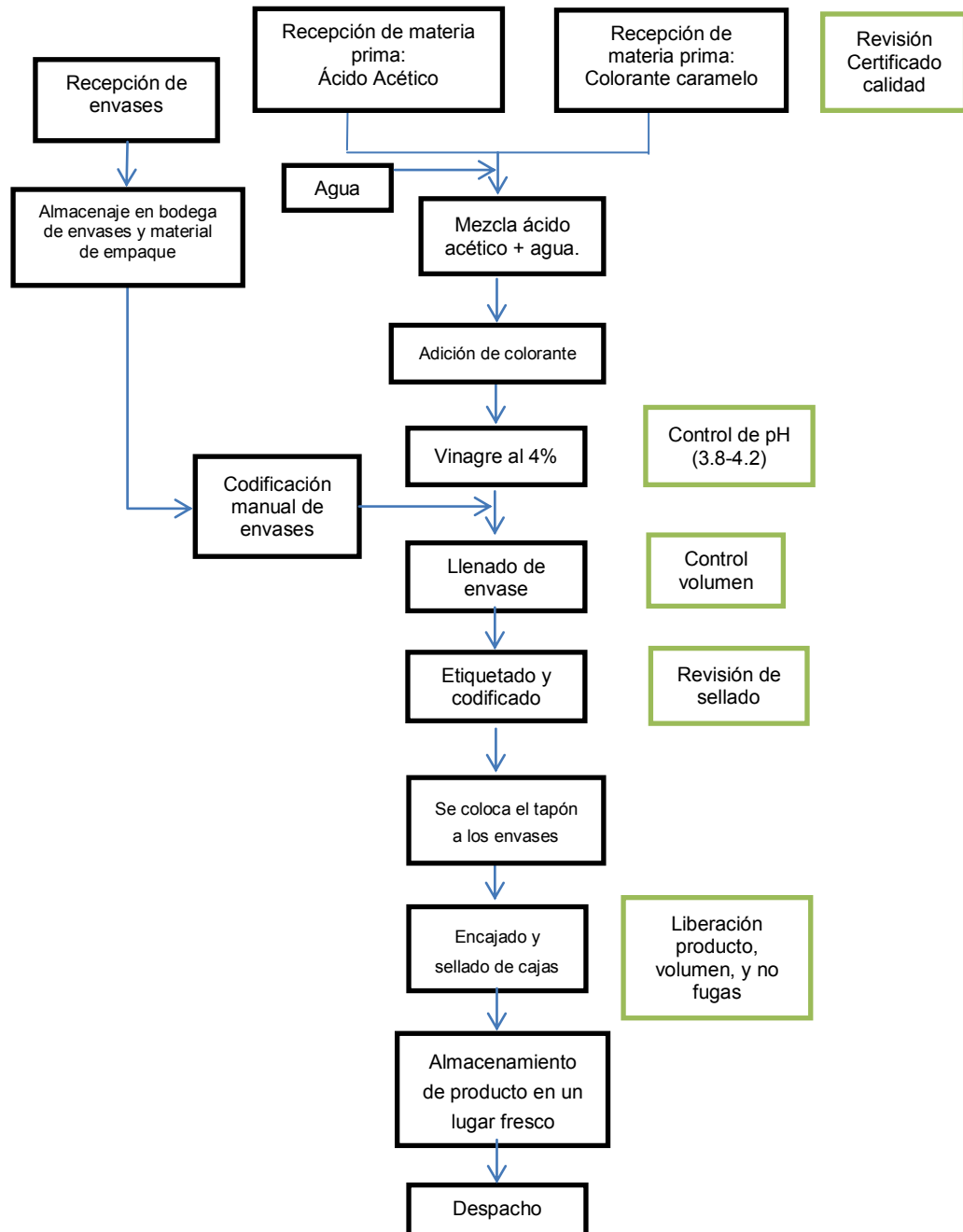
Fuente: Información del consumidor. www.informaciónconsumidor.com/vinagres_naturales/.
Consulta: 4 de septiembre de 2013.

2.1.1. **Diagrama de bloques del proceso**

El proceso de manufactura del vinagre sintético claro al 4 % consiste en una solución acuosa de ácido acético. En la figura 2, se presenta el diagrama de flujo de dicho proceso de producción.

Para asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones de calidad requeridas se deben tener puntos de control en la revisión de certificados de calidad de la materia prima, en el nivel de pH (que no exceda el 4 %), en el volumen de envasado y en el empaquetado final. Estos puntos de control se muestran en el diagrama presentado en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de bloques del proceso vinagre sintético



Fuente: ARIAS, Andrea. *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Fábrica de productos Las Brasas*. p.13.

2.1.2. Condiciones en la industria alimenticia

El vinagre es un líquido, apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas de origen agrícola, de productos idóneos que contengan almidón o azúcares por el procedimiento de doble fermentación, alcohólica y acética. Puede contener cantidades determinadas de ácido acético (como máximo 4 %), lo que será regulado por la comisión del Codex Alimentarius.

Para que el producto sea conforme se deben cumplir especificaciones organolépticas. Entre estas se pueden mencionar que es un líquido de color blanco, con olor y sabor característico al ácido acético.

El nivel de acidez es una de las variables fisicoquímicas más importantes que se debe monitorear para determinar que es apto para el consumo humano.

2.1.3. Características fisicoquímicas

El vinagre sintético claro presenta ciertas características fisicoquímicas, que hacen posible las variadas y numerosas aplicaciones de este producto, fuera de la industria alimentaria. Estas características se presentan en la tabla I.

Tabla I. **Características fisicoquímicas del vinagre sintético**

| Característica | Valor | Unidades |
|---------------------------------|---------------|-----------------|
| Densidad (20 °C) | 1,010 – 1,023 | g/mL |
| Ph | 2,6 – 3,8 | Unidades de pH |
| Acidez total (ácido acético) | 4,0 | % |
| Acidez fija (tartárico) | 0,1 – 0,3 | % |

Continuación tabla I.

| | | |
|-------------------------------|--------------|---|
| Alcohol (20 °C) | 1,0 (máximo) | % |
| Cenizas totales | 0,1 (mínimo) | % |
| Cloruro de sodio | 0,1 (máximo) | % |
| Sulfatos (KHSO ₄) | 0,1 | % |

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Características microbiológicas

Como cualquier producto destinado para el consumo humano, el vinagre debe cumplir con características microbiológicas para garantizar su inocuidad y con esto la salud de los consumidores, según lo establecen las normas que rigen la industria alimenticia.

Estas características son las que se presentan a continuación:

- Estar libre de microorganismos y bacterias patógenas.
- Estar libre de anguilulas, vegetales criptogámicos y otros parásitos.

2.1.5. Aplicaciones

Como se ha mencionado anteriormente, debido a las características fisicoquímicas del vinagre, esta sustancia es utilizada en diversos campos ajenos a la industria de la manufactura de alimentos.

2.1.5.1. Propiedades para la salud

Entre las propiedades del vinagre blanco encontramos su potente acción contra picaduras de insectos y el alivio de quemaduras, así como antiséptico.

El vinagre blanco puede ayudar en casos de otitis, herpes labial y malestares estomacales, sus propiedades antibacterianas ayudan a la digestión y a aliviar el estreñimiento.

2.1.5.2. Propiedades para limpieza

Es un producto de limpieza natural más eficaz que los químicos que pueden adquirirse en el mercado. Se caracteriza por no ser tóxico, no necesita la utilización de guantes ni tampoco precisa enjuagarlo. El vinagre blanco es un producto respetuoso con el medio ambiente y es muy económico.

Es utilizado para eliminar manchas, eliminar moho, pulir cromo, desincrustar la cal, suavizar las telas, desatascar cañerías, limpiar perfectamente los vidrios y eliminar olores desagradables. Tiene una potente acción antibacteriana, reduciendo la posibilidad de enfermedades.

Figura 3. **Formulación con vinagre para sustancia de limpieza**



Fuente: GÓMEZ, Julián Andrés. Revista del consumidor. *Limpieza verde*. p. 5.

2.1.5.3. Propiedades para belleza

El vinagre es excelente para el cuidado de la piel y el cabello. Para un cabello más brillante es necesario que el cepillo o peine a utilizar se encuentren totalmente limpios para posteriormente sumergirlos en vinagre blanco y listo, los resultados son inmediatos.

El vinagre blanco es un excelente tónico para la piel; si se mezcla en partes iguales con agua puede utilizarse para reducir el tono de las famosas pecas. Por otro lado, para los hombres, el vinagre blanco es una excelente loción para después del afeitado.

2.2. Desinfectantes

Los desinfectantes son sustancias químicas que tienen como fin inhibir o eliminar el número de microorganismos patógenos en un área u objeto determinado. Estos deben seleccionarse teniendo en cuenta el tipo de microorganismo que se desea eliminar, el tipo de producto que se elabora y el material de las superficies que entran en contacto con el producto utilizado.

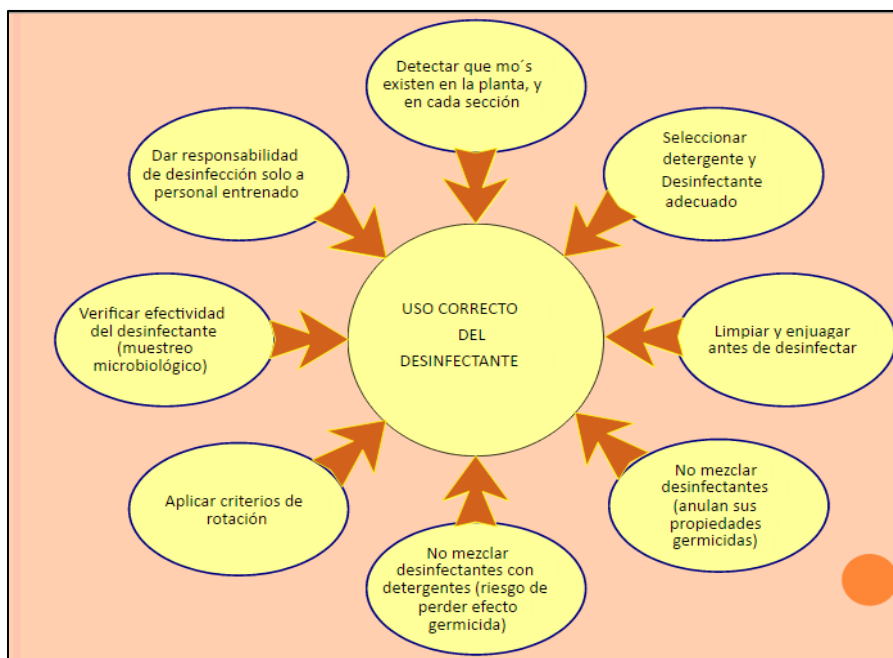
El proceso de desinfección previene la infección al disminuir el número de microorganismos potencialmente infectantes, ya sea destruyéndolos, removiéndolos, diluyéndolos o inhibiéndolos. La desinfección puede realizarse por aplicación de agentes químicos, agentes físicos o el sistema de vapor a presión (autoclave, 120 °C).

Los procesos de desinfección, por su parte, pueden llegar a ser más efectivos si se lleva a cabo una limpieza completa del equipo o de la superficie que se va a desinfectar, debido a que la materia orgánica que puede estar

presente, es capaz de reducir la capacidad biocida o bactericida de los desinfectantes, debido a su efecto diluyente.

Para lograr una buena limpieza y desinfección en las instalaciones es necesario conocer las diferentes formas de contaminación para que de esta manera se pueda implementar un sistema de control y prevención adecuado.

Figura 4. **Uso correcto de los desinfectantes para garantizar su acción**



Fuente: SALAZAR, Carmen. *Curso de capacitación en HACCP*.
<http://slideplayer.es/slide/3732811>. Consulta: 15 de octubre de 2015.

Es importante mencionar que debido a que los desinfectantes incluyen sustancias químicas altamente reactivas, deben manejarse con precaución y en la dosis que sugiere el fabricante para evitar cualquier tipo de intoxicación durante su aplicación, principalmente en la industria manufacturera de alimentos o en el hogar.

2.2.1. Características de los desinfectantes

Los desinfectantes varían en su composición química y actividad. Por lo anterior, existen en el mercado productos con mayor concentración, lo que asegura una rápida y eficaz acción. Además del tipo de condiciones a nivel de su composición, se deben tener en cuenta diferentes factores fisicoquímicos que en algún momento pueden llegar a afectar la eficacia o potencia de los desinfectantes, entre ellos los siguientes aspectos.

2.2.1.1. Tiempo de exposición

La carga microbiana y la diversa sensibilidad de la población bacteriana al desinfectante, debido a la edad, formación de esporas y otros factores fisiológicos determinan el tiempo requerido para que el desinfectante sea eficaz.

De la literatura es conocido que el tiempo de exposición está principalmente relacionado con la concentración del ingrediente activo del desinfectante que se utilizará. En la industria alimenticia es de suma importancia investigar cuál es el ingrediente activo de los productos de limpieza y seguir las indicaciones del fabricante para que el tiempo de exposición de estos no implique un riesgo de contaminación en los alimentos.

A continuación en la tabla II, se presentan los resultados de un estudio respecto a la mejora en la acción de un desinfectante al aumentar el tiempo de exposición. Este estudio se realizó en los Laboratorios Liorad, La Habana, Cuba por la investigadora MSc. Nancy Burguet Lago.

Tabla II. **Acción de los desinfectantes en función del tiempo de exposición**

| Tabla 2. Eficacia microbicida de los lotes de desinfectante frente a suspensiones de cepas de referencias bacterianas | | | |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
| Microorganismos | Tiempo de contacto y concentración testada | | |
| | Concentración 4 % | | |
| | 0 min | 10 min | Reducción logarítmica |
| | Microorganismos recuperados (UFC/mL) | Microorganismos recuperados (UFC/mL) | Log [No] - log [N] |
| Lote 1 | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 3,9 x 10 ⁸ | 5,9 x 10 ³ | 4,82 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | 9,3 x 10 ⁸ | 6,0 x 10 ¹ | 7,19 |
| <i>Escherichia coli</i> | 1,6 x 10 ⁸ | 2,9 x 10 ³ | 5,10 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 1,8 x 10 ⁸ | 4,1 x 10 ³ | 4,64 |
| Lote 2 | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 4,1 x 10 ⁸ | 3,9 x 10 ³ | 5,02 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | 2,8 x 10 ⁸ | 2,0 x 10 ³ | 5,15 |
| <i>Escherichia coli</i> | 1,8 x 10 ⁸ | 1,5 x 10 ³ | 5,08 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 2,3 x 10 ⁸ | 1,4 x 10 ³ | 5,22 |
| Lote 3 | | | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 2,3 x 10 ⁸ | 1,3 x 10 ³ | 5,24 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | 1,8 x 10 ⁸ | 1,0 x 10 ³ | 5,25 |
| <i>Escherichia coli</i> | 3,5 x 10 ⁸ | 1,4 x 10 ³ | 5,39 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 2,0 x 10 ⁸ | 1,5 x 10 ² | 6,12 |

Fuente: BURGUET, Nancy. *Revista Cubana de farmacia* Vol.47 No.2. Ciudad de la Habana, Cuba. p. 145.

2.2.1.2. Temperatura

El aumento de la temperatura produce un aumento de la velocidad de las reacciones y la desinfección. Este parámetro también puede ser perjudicial, porque puede provocar la volatilización o inactivación del agente desinfectante, dependiendo de los compuestos químicos que cumplen la función de ingrediente activo.

2.2.1.3. pH

La actividad de los desinfectantes tiene lugar dentro de una zona concreta de pH, y dicha actividad puede verse influida por cambios relativamente pequeños de pH, y estos deben controlarse minuciosamente.

2.2.1.4. Limpieza del equipo

Algunos ingredientes activos de los desinfectantes pueden reaccionar con los compuestos orgánicos de la suciedad que no hayan sido eliminados. Por lo anterior se puede decir que una limpieza deficiente puede reducir la eficacia de un desinfectante.

2.2.1.5. Dureza del agua

Los compuestos de amonio cuaternario son incompatibles con sales de calcio y magnesio, no deben usarse en combinación con aguas duras. A medida que aumenta la dureza del agua, decrece la eficacia de estos desinfectantes. Por esta razón se debe investigar cuál es el principio activo de los desinfectantes para determinar con qué compuestos químicos pueden ser o no compatibles.

2.2.1.6. Adherencia bacteriana

La adherencia de ciertos microorganismos a ciertas superficies sólidas supone una mayor resistencia al cloro. Es importante tomar en cuenta el material de la superficie o utensilio que se requiere desinfectar. En la industria alimenticia es importante conocer los patógenos principales para evitar

cualquier riesgo de contaminación y la propagación de las ETAS (Enfermedades Transmitidas por Alimentos).

Es importante considerar ciertos parámetros y condiciones necesarias que debe cumplir un desinfectante, que va a ser utilizado en la industria procesadora de alimentos. Estos se listan a continuación.

- Destruir rápidamente los microorganismos, siendo igual de eficaces con las bacterias Gram positivas que con las Gram negativas.
- Deben destruir la mayoría de las esporas fúngicas, siendo también conveniente la destrucción de las esporas bacterianas.
- Ser suficientemente estables en presencia de residuos orgánicos y si fuera necesario, en presencia de aguas duras.
- No ser corrosivos ni dar color a ninguna superficie.
- Ser inodoros o no desprender olores desagradables.
- No ser tóxicos, ni irritantes a los ojos o a la piel.
- Fácilmente solubles en agua.
- Deben ser estables durante mucho tiempo en forma concentrada y durante menor tiempo en formas diluidas.
- Económicamente competitivos y al emplearlos presentar una buena relación costo/efectividad.

2.2.2. Mecanismo de acción de los desinfectantes

Para asegurar el buen rendimiento de los desinfectantes utilizados en la industria de alimentos, además de conocer las condiciones fisicoquímicas óptimas, es necesario conocer la forma de acción que este tipo de sustancias tienen para reaccionar con las proteínas y las enzimas esenciales de los microorganismos.

La actuación de las sustancias químicas con acción desinfectante, se centra por lo general en algún punto concreto de la estructura de los microorganismos o ejercen su acción sobre algún mecanismo vital. Se seleccionan, por lo general, productos con actividad selectiva que producen daño al microorganismo patógeno específico.

Se debe tener presente, con justificación a lo anterior, que no existe un desinfectante perfecto. Cada categoría de desinfectantes tiene ventajas y desventajas. Cuando un desinfectante está siendo evaluado es muy importante recordar que si éste tiene la formulación exacta del otro desinfectante, aun sea de la misma categoría, sus comportamientos globales no deberían ser aceptados como iguales. En otras palabras, todos los amonios cuaternarios no se comportan igual, ni todos los compuestos fenólicos, ni todos los ácidos y base, entre otros.

Los desinfectantes se suelen clasificar en diversos grupos tomando como referencia su mecanismo de acción en contra de los microorganismos, es decir la selectividad que presentan con cada uno, en especial con los patógenos. Los diversos tipos de desinfectantes se presentan en la tabla III.

Tabla III. Tipos de desinfectantes según su mecanismo de acción

| | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| Agentes que dañan la membrana | Detergentes | Catiónicos |
| | | Aniónicos |
| | | No iónicos |
| | Compuestos fenólicos | Fenol |
| | | Cresoles |
| | | Difenilos halogenados |
| | | Alquilésteres |
| | | Aceites esenciales de plantas |
| | Alcoholes | Etanol |
| | | Isopropanol |
| Agentes desnaturalizantes de proteínas | Ácidos y bases fuertes | |
| | Ácidos orgánicos no disociables | |
| Agentes modificadores de grupos funcionales | Metales pesados | Mercuriales |
| | | Compuestos de plata |
| | | Compuestos de cobre |
| | Agentes oxidantes | Halógenos |
| | | Agua oxigenada |
| | | Permanganato potásico |
| | | Ácido peracético |
| | Colorantes | Derivados de la aniline |
| | | Derivados de la acridina (flavinas) |
| | Agentes alquilantes | Formaldehido |
| | | Glutaraldehido |
| | | Óxido de etileno |
| | | β-propionil-lactona |

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Métodos para evaluar los desinfectantes

Los factores de cualquier evaluación de la efectividad de los desinfectantes incluyen la resistencia intrínseca del microorganismo, el número de estos, las poblaciones mixtas de microorganismos, la cantidad de material orgánico (sangre, heces, tejido), la concentración y estabilidad del producto, el tiempo, la temperatura de exposición, el pH, la hidratación y la fijación del agente a las superficies.

La toxicidad para los humanos también debe ser evaluada. En Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA), regula los desinfectantes y los esterilizantes, mientras que la FDA regula los antisépticos, y los productos utilizados específicamente en la industria de alimentos y medicamentos.

Generalmente se pueden tener en cuenta tres aspectos para la evaluación de un desinfectante: la eficiencia inmediata de la formulación, la persistencia antimicrobiana de la efectividad, y las propiedades residuales antimicrobianas de la formulación. Para poder llegar a evaluar estas características se exponen los métodos que se detallan a continuación.

2.2.3.1. Técnica de dilución en tubo

Primero se realizan diferentes diluciones del agente químico. El mismo volumen de cada dilución se dispensa en tubos estériles. A cada tubo se le añade la misma cantidad de una suspensión del microorganismo utilizado como prueba. A determinados intervalos de tiempo se transfiere una alícuota de cada tubo a otro tubo que contenga medio de cultivo.

Estos tubos inoculados se incuban a la temperatura óptima de crecimiento del microorganismo utilizado como prueba durante 24 a 48 horas. Al cabo de este tiempo se examina el crecimiento del microorganismo mediante la aparición de turbidez en el tubo (crecimiento positivo) o ausencia de turbidez (crecimiento negativo).

Aquellos tubos que presenten crecimiento negativo indican la dilución a la cual ese agente químico mata al microorganismo utilizado como prueba cuando este microorganismo es expuesto al agente químico durante ese período de tiempo.

Comúnmente mediante esta técnica se analizan coliformes totales, coliformes fecales, entre otros.

2.2.3.2. Técnica de la placa de agar

Se inocula una placa que contenga medio de cultivo sólido con el microorganismo utilizado como prueba. El agente químico se coloca en el centro de la placa, bien dentro de un cilindro o impregnado en un disco de papel. Al cabo de 24 a 48 horas se observan zonas de inhibición (crecimiento negativo) alrededor del agente químico.

Una modificación de esta técnica es la incorporación del agente químico en el medio de cultivo antes de verterlo sobre la placa. Una vez solidificado se inocula con el microorganismo utilizado como prueba, se incuba y se examina el crecimiento microbiano.

2.3. Desengrasantes

Los productos de limpieza como los desengrasantes, tienen la característica de modificar las propiedades fisicoquímicas del agua en forma que esta pueda penetrar, desalojar y arrastrar residuos lípidos que se endurecen sobre las superficies.

Los desengrasantes deben tener buena capacidad humectante, deben eliminar la suciedad de las superficies y mantener los residuos en suspensión; también, pueden reducir la tensión superficial y ser buenos agentes espumantes, humidificantes y emulsionantes.

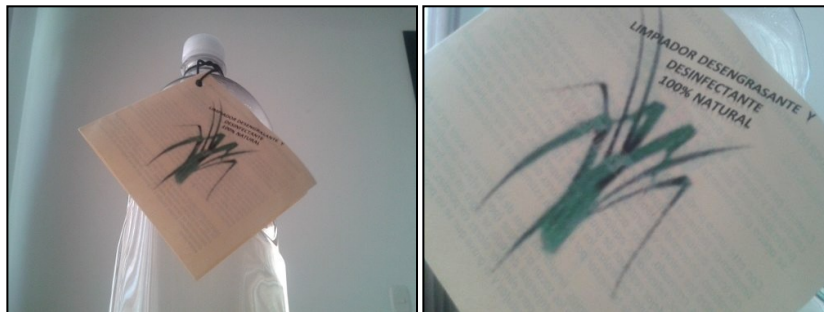
Dado que hay muchos tipos de desengrasantes, su elección depende del tipo de suciedad, del material con el que está construido el equipo, del utensilio o la superficie a limpiar. Se debe tener en cuenta también si las manos van a entrar en contacto con la solución limpiadora, si se utiliza lavado manual o mecánico, y también las características de dureza del agua utilizada.

Aunque en muchos casos las soluciones frías del producto de limpieza son eficaces, la eliminación de acumulación de grasa animal requiere de la utilización de calor. Asimismo, la sedimentación de sales minerales en el equipo puede causar la formación de escamas duras, por lo cual es necesario un ácido o un producto de limpieza alcalino, o ambos, para eliminar esa fuente reconocida de contaminación del alimento.

Generalmente, como la mayoría de sustancias de limpieza, los desengrasantes son sustancias elaboradas por la combinación de productos químicos que cumplan con las características detalladas anteriormente. A pesar de esto, existen investigaciones de nuevos productos de tipo orgánico, los

cuales aprovechan propiedades de frutas, vegetales o hierbas que cumplan con estas mismas funciones, con el objetivo de disminuir el uso de químicos.

Figura 5. **Desengrasante 100 % natural, distribuido en Colombia**



Fuente: Mercado Libre Colombia. www.mercadolibre.com.co.

Consulta: 16 de septiembre de 2014.

2.3.1. Clasificación de los desengrasantes

La naturaleza del trabajo y la limpieza a efectuarse deben servir como guía para la elección del agente desengrasante que se debe utilizar. Los productos de desengrasantes se clasifican según se indica a continuación.

2.3.1.1. Productos alcalinos

Su alcalinidad activa puede actuar para lograr la saponificación de las grasas, mientras que otra parte puede reaccionar con los constituyentes ácidos de los restos de alimentos y neutralizarlos, de forma tal que se mantenga la concentración de los iones hidrógeno (H^+ , pH) de la solución en un nivel adecuado para la remoción efectiva de la suciedad y protección del equipo contra la corrosión.

2.3.1.2. Productos ácidos

Se consideran como una muy buena alternativa como práctica sanitaria para la limpieza de tanques de almacenamiento, clarificadores, tanques de pesaje y otros equipos y utensilios. Su uso alternado con limpiadores alcalinos logra la eliminación de olores indeseables y la disminución drástica de los recuentos microbianos. Se deben manipular con las precauciones que corresponden a un producto ácido.

2.3.1.3. Productos neutros

En el mercado apenas hay desengrasantes neutros, esto es debido a que presentan fórmulas más complejas y costosas para los fabricantes. No dañan las piezas, no oxidan los materiales, y se pueden utilizar sin guantes.

Dentro de sus ventajas puede mencionarse que son aptos para utilizarse sobre cualquier material, se efectividad es mucho mejor que los hidrocarburos, y no poseen malos olores.

2.3.2. Métodos para evaluar los desengrasantes

Los métodos empleados para evaluar la efectividad de los desengrasantes pueden clasificarse en métodos ópticos, métodos gravimétricos, análisis por radiotrazas, entre otros.

A continuación se detalla el método óptico para esta evaluación de efectividad, ya que es el método que tiene relevancia para este proyecto de investigación.

2.3.2.1. Método óptico o de observación

Como su nombre lo indica, el método óptico consiste únicamente en la observación y valoración visual que permite concluir si la superficie o equipo está o no está suficientemente limpia y libre de grasa al tiempo de contacto establecido, y con ello se determina si la cantidad de dilución empleada es la adecuada.

Evidentemente es un método muy poco preciso y muy subjetivo, produciéndose a veces grandes diferencias entre observadores distintos. Las observaciones dependen mucho del ángulo de iluminación. A pesar de sus desventajas es un método bastante necesario de emplear en algunos casos, porque otros métodos cuantitativos son excesivamente complejos y costosos.

En este método se utiliza una técnica de luz ultravioleta sugerida en la Norma ASTM D6361 "*Standard guide for selecting cleaning agents and processes*" para determinar la presencia o ausencia de trazas de aceites y grasas. Con esta información se establece una clasificación cualitativa y una ponderación para poder establecer un resultado definitivo respecto a qué tan libre de grasa se encuentra la superficie analizada, según lo presentado en la tabla IV.

Tabla IV. **Calificación cualitativa y capacidad desengrasante de una sustancia**

| Descripción observación | Calificación cualitativa | Ponderación |
|---|--------------------------|-------------|
| Residuos de grasa perceptibles por medio de la observación y el tacto en gran parte del área superficial. | Bajo | 1 |

Continuación tabla IV.

| | | |
|---|----------|---|
| Residuos de grasa perceptibles por medio de la observación en poca área superficial. | Promedio | 2 |
| Ausencia total de residuos de grasa perceptibles por medio de la observación y el tacto en gran parte del área superficial. | Superior | 3 |

Fuente: elaboración propia.

2.4. Desinfectantes y desengrasantes aprobados para desinfección y limpieza de superficies y maquinaria en la industria alimentaria

Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), la legislación respecto a la aprobación de los desinfectantes y desengrasantes para utilizar en la industria alimentaria se describe como sigue.

No existe una legislación específica que regule los desinfectantes y desengrasantes en alimentos, como tales, sino que existen distintas legislaciones que regulan su uso en función del ámbito en el que se emplean.

Por ejemplo, la utilización de lejía o cloro común para desinfección de suelos y paredes en la industria alimentaria, e incluso para la desinfección de superficies que vayan a estar en contacto con los alimentos, entra dentro del ámbito de los biocidas. Sin embargo, la utilización de este mismo producto para el lavado y desinfección de lechuga troceada para su venta embolsada (lechuga de 4ª gama) entra en el ámbito de los coadyuvantes tecnológicos.

En consecuencia, en función del uso que se pretenda dar al desinfectante y/o desengrasante, podrá ser un producto distinto (biocida, aditivo alimentario,

coadyuvante tecnológico, medicamento de uso veterinario, producto fitosanitario, etc.) y por lo tanto, estar regulado por un marco legal diferente.

En conclusión, dentro del marco de aplicación de la legislación alimentaria, los productos biocidas y/o agentes desengrasantes no se pueden usar en alimentos directamente, sino que su ámbito queda restringido a su uso como productos empleados en la desinfección de equipos, recipientes, utensilios para consumo, superficies o tuberías relacionados con la producción, transporte, almacenamiento o consumo de alimentos o bebidas.

Los químicos que son desinfectantes aprobados son el cloro, el yodo, ácidos orgánicos e inorgánicos y el amonio cuaternario.

Tabla V. **Desinfectantes aprobados y criterios para su elección**

| Criterios de elección de un desinfectante | | | | | | | |
|---|-----------|--------|---------|-------------------|-------|-----------------|--|
| Molécula | ESPECTRO | | | | | pH de actividad | Características principales |
| | Bacterias | | | Mohos y levaduras | Virus | | |
| | Gram + | Gram - | Esporas | | | | |
| Amonios cuaternarios | + | +/- | - | + | - | Indiferente | Tensioactivo espumante no autorizado en lechería |
| Aldehídos | +/- | + | + | + | + | ácido | Tóxico |
| Ácido Paracético | + | + | + | + | + | ácido | Puede ser corrosivo |
| Cloro | + | + | + | + | + | alcalino | Corrosivo |
| Yodo | + | + | + | + | + | ácido | Mancha |
| Tensioactivos anfóteros | + | + | - | + | - | variable | |
| Alcoholes | + | + | - | + | - | neutro | Inactivo puro |
| Mercuriales | + | +/- | - | + | - | | Tóxico |

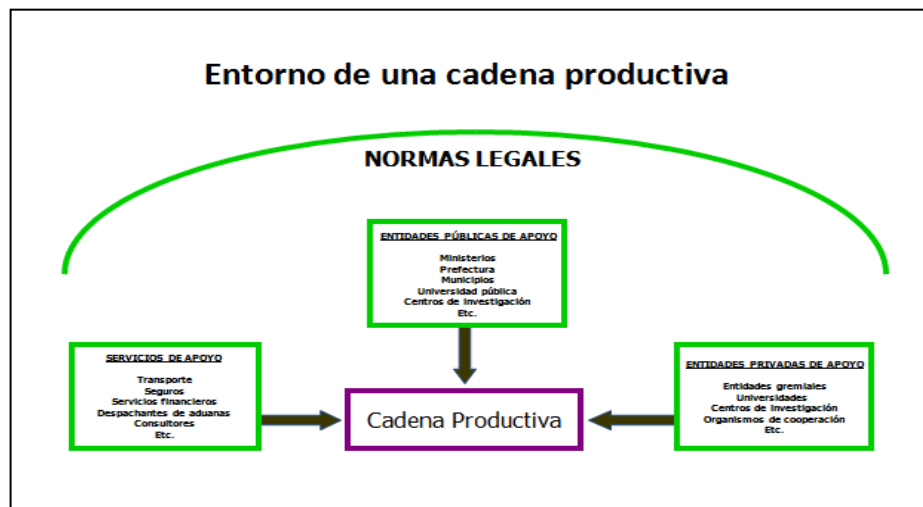
Fuente: Departamento de Microbiología y genética, Universidad de Salamanca.
Mercado español alimentos, seguridad alimentaria. www.coli.usal.es/web/demo_apcc/demo_ejercicio/Imagenes/tabla_desinfectantes.com. Consulta: 14 de octubre de 2015.

2.5. Cadena productiva

El concepto de cadena se refiere a un producto o un grupo de productos conjuntos o ligados por el uso. La cadena identificada permite localizar las empresas, las instituciones, las operaciones, las dimensiones y capacidades de negociación, las tecnologías y las relaciones de producción, el papel de los volúmenes y las relaciones de poder en la determinación de los precios, etc.

En ello también se describe el aprovechamiento de la cadena productiva de un producto determinado en una empresa. En este proyecto de investigación en específico, se evalúa esto al aprovechar el vinagre que termina su vida de anaquel, porque se reducen costos de la empresa, aumentando la cadena productiva del vinagre sintético y con ello, de la empresa en general.

Figura 6. **Diagrama del entorno de una cadena productiva en una empresa**



Fuente: Ministerio de Finanzas Bolivia. *Acuerdo Boliviano de Competitividad*. p. 14.

Dentro de las razones que llevan a analizar la cadena productiva en una empresa, se detallan las siguientes:

- Conocer en detalle el funcionamiento de un proceso productivo desde el punto de vista tecnológico y económico.
- Definir las posibilidades reales de mantener o generar competitividad.
- Evaluar el impacto de los cambios en el entorno.
- Evaluar la influencia de la situación económica nacional e internacional.

Por otro lado también se menciona que una empresa obtiene diferentes e importantes beneficios al tener un análisis de su cadena productiva. Estos se presentan a continuación.

- Considerar a los sectores económicos como conglomerados de actividades interrelacionadas.
- Efectuar análisis de costos de producción y compararlos con cadenas similares de otros países.
- Efectuar análisis de coeficientes técnicos, mediante método de análisis insumo-producto.
- Considerar alternativas de aprovisionamiento y alternativas de mercado.
- Analizar el grado de dependencia de la cadena de los agentes dedicados a la comercialización del producto.
- Analizar el impacto de las políticas económicas del Estado de su país en específico.

2.5.1. Aprovechamiento de subproductos

Los subproductos de la industria alimentaria constituyen un problema serio de residuos en gran parte del mundo debido a que en la mayoría de los países no se trata de una manera inteligente el manejo y aprovechamiento de los mismos. En Mercabarna, por ejemplo, la suma de residuos procedentes de frutas y verduras es alrededor de 90 toneladas al día durante 250 días al año.

Es por ello que la industria alimentaria, persiguiendo su desarrollo sostenible, está aplicando cada vez más medidas para aprovechar y valorizar los subproductos generados. Asimismo, este aprovechamiento crea nuevas fuentes de riqueza que aportan una mayor rentabilidad económica al proceso industrial de partida.

2.5.1.1. Uso tradicional vs uso actual de subproductos alimenticios

Los procedimientos tradicionales de empleo de subproductos de la industria alimentaria son para la alimentación del ganado, como fertilizantes o como sustratos agrícolas. Sin embargo, estos usos no aportan el valor que la empresa alimentaria necesita para reforzar su competitividad, y menos teniendo en cuenta que los subproductos son una fuente corroborada de compuestos químicos de alto valor, como fibra, ácidos grasos esenciales, minerales, energía, entre otros.

Existe una gran diferencia entre considerar estos productos como residuos o desechos, en cuyo caso acabarán en un vertedero controlado, a gestionarlos como subproductos, donde se puede obtener un beneficio económico derivado

de esta gestión que consiste en el aprovechamiento de las propiedades fisicoquímicas de los mismos.

Por lo tanto, los subproductos pueden utilizarse para:

- Alimentación animal
- La obtención de compost y aprovechamiento energético
- Obtención de materias primas

En la actualidad existen diversas organizaciones y centros tecnológicos que se dedican a la evaluación de la implementación de métodos y procesos de valoración de los subproductos de los procesos de la cadena de valor de empresas dedicadas a la manufactura de alimentos o cosméticos.

Figura 7. **Aprovechamiento de subproductos y residuos en plantas productivas**



Fuente: Centro tecnológico agroalimentario de Balboa (CTAEX).

<http://es.slideshare.net/otrictaex/4-rosa>. Consulta: 15 de octubre de 2015.

2.6. Trazabilidad en plantas de alimentos

La trazabilidad se define como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, bebida, o en todo caso, un ingrediente. Esta política reviste una importancia decisiva para las empresas para garantizar la protección de los consumidores. En concreto, es una herramienta de gestión del riesgo que contribuye a facilitar la retirada de los alimentos en los que se haya detectado algún problema y permite que los consumidores reciban información específica y exacta sobre los productos en cuestión.

Para lograr la trazabilidad, los gerentes de empresas alimentarias, incluidos los importadores, contarán con un sistema que les permita identificar a sus proveedores inmediatos y a sus clientes inmediatos, excepto cuando éstos sean los consumidores finales, utilizando el planteamiento “un paso atrás y un paso adelante”.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 18,5 del Reglamento 178/2002, el Reglamento 931/2011 fija requisitos específicos de trazabilidad para los alimentos de origen animal, a fin de garantizar la aplicación correcta de los requisitos generales establecidos en el Reglamento 178/2002.

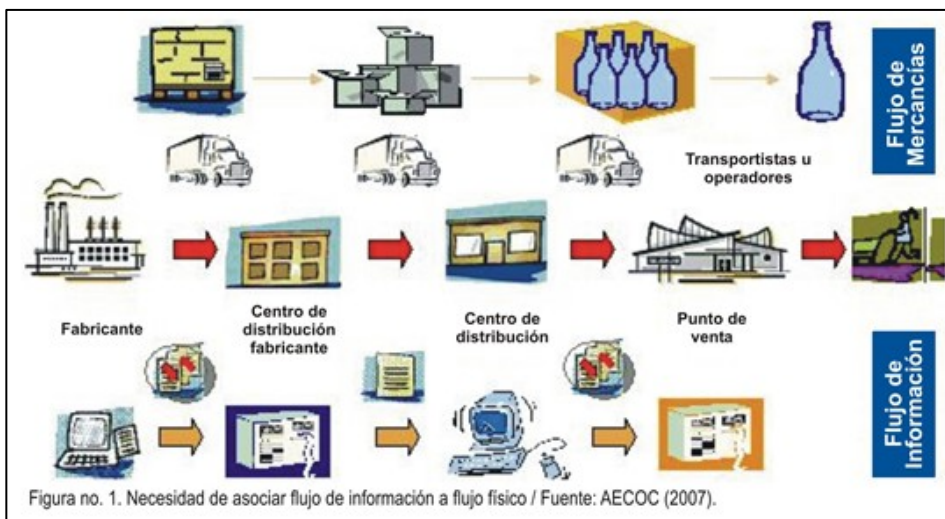
Así, se establece la información mínima a transmitir entre operadores del sector de los alimentos de origen animal:

- Una descripción exacta de los alimentos
- El volumen o la cantidad de alimentos
- El nombre y la dirección del productor de la empresa alimentaria desde la que se han expedido los alimentos

- El nombre y la dirección del propietario de los alimentos, si es distinto al gerente de empresa alimentaria desde la que se han expedido los alimentos
- El nombre y la dirección del distribuidor de la empresa alimentaria a la que se expiden los alimentos (si aplica)
- El nombre y la dirección del destinatario (propietario) si es distinto al distribuidor de empresa alimentaria a la que se expiden los alimentos
- Identificación de la remesa o lote, mediante una muestra física.

En la siguiente figura se muestra el proceso de trazabilidad de productos en la industria alimentaria.

Figura 8. **Trazabilidad de productos en los procesos de la industria alimentaria**



Fuente: AECOC. *Libro del Congreso 2007: Consumidor, empresa y mercado sostenible*. p.10.

2.6.1. Disposición de producto con vida de anaquel caducada

La fecha de caducidad la establece la industria para garantizar que el producto cumple con el 100,0 % de los atributos de calidad e inocuidad (calidad microbiológica, nutricional y sensorial) ofrecidos al consumidor. Sin embargo, bajo ningún motivo significa que al día siguiente, a los dos o tres días el producto esté echado a perder, sino que simplemente ya se deterioraron levemente algunas de las características originales.

Las fechas de caducidad se calculan mediante estudios sobre vida de anaquel. Se realizan “retando” al alimento en distintas condiciones, por ejemplo, a un producto que tiene mucha grasa se reta con luz, oxígeno y temperatura para ver cómo se comporta. No es lo mismo una bolsa de cacahuates en la Ciudad de México que tiene una temperatura promedio de 20,0 °C, a ese mismo producto en Monterrey con una temperatura distinta. Pero de ninguna manera se debe pensar que la fecha de caducidad está puesta con propósitos de mercadotecnia, porque la salud del consumidor final estaría en riesgo, según la Revista del consumidor: Vida de los productos, de la Ciudad de México del año 2005.

Los productos con menos margen de protección son los que no han recibido tratamiento térmico alguno y no tienen una protección natural. Un huevo, por ejemplo, tiene un cascarón que lo aísla del medio ambiente. Un pedazo de carne o de pollo se va a echar a perder mucho más rápido que un jamón, pues de alguna u otra manera los embutidos tienen aditivos y preservantes. Para productos como la carne o el pollo frescos se suele calcular una fecha aproximada de tres días, pero aun así, puedes consumirlos en un máximo de una semana.

Gran parte de la conservación de un alimento depende del manejo que este recibe. Por ejemplo, si no se mantiene la carne en refrigeración aunque indique una fecha de caducidad de aquí a tres días, estará echada a perder en tan solo unas horas. Por fortuna, la mayoría de la comida provoca olores y sabores desagradables al ya no ser aptos para el consumo, y esto se convierte en la señal más usual identificada por los consumidores. En productos de alto riesgo como la carne hay cambios de color y textura. Al primer cambio detectado, es mejor no consumirla.

Por otro lado, a diferencia de los productos mencionados anteriormente, existen otros que por sus características fisicoquímicas y sus procesos de manufactura, tienen una vida de anaquel relativamente larga. Por lo anterior, para estos productos la vida de anaquel generalmente está determinada por condiciones comerciales entre el distribuidor y el productor, siempre garantizando la seguridad alimentaria y la salud de los consumidores.

Debido a la información anterior, las empresas productoras de alimentos tienen toda la responsabilidad de garantizar la inocuidad y calidad de los productos. Todas las muestras con vida de anaquel caducada, deben desecharse para prevenir que sean consumidos; o bien, tener uso controlado de las mismas y buscar otras opciones para aprovechar otros usos que se le pueden dar a estos residuos.

El vinagre sintético blanco es uno de los productos alimenticios que no se degrada fácilmente, y su vida de anaquel está determinada generalmente por condiciones comerciales. Debido a esto, éste es una sustancia con diversos usos alternativos de limpieza, belleza, medicina, entre otros; con vida de anaquel vigente o caducada.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1. Variables

Entre las variables que influyen en el proceso experimental, se determinaron las que se obtuvieron de manera directa e indirecta en el mismo. El resultado fue el siguiente, que se muestra en la tabla VI.

Tabla VI. **Variables de proceso**

| Variables | Unidad | Indep. | Dep. | Ctes. | No Ctes. |
|--|----------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|
| pH del vinagre sintético | Unidades de Ph | X | | X | |
| Concentración de vinagre en formulación. | %v/v | X | | | X |
| Tiempo de exposición con el medio de cultivo y superficie. | Minutos | X | | | X |
| Cantidad de microorganismos presentes en superficie. | NPM / 100,0 mL | | X | | X |

Fuente: elaboración propia.

Las variables que se manipularon en la fase experimental de esta investigación para cumplir con los objetivos planteados fueron la concentración de vinagre y el tiempo de exposición del mismo, según lo muestra la tabla VII.

Tabla VII. **Variables a manipular**

| No. | Variables | Dimensional | Rango de Variación |
|-----|--|-------------|--------------------|
| 1 | Concentración de vinagre sintético en formulación. | %v/v | 1 |
| 2 | Tiempo de exposición con el medio de cultivo | Minutos | 2 |

Fuente: elaboración propia.

3.2. **Delimitación del campo de estudio**

Se refiere a la delimitación específica del campo, área, línea y sector industrial de los cuales forma parte la investigación, así como el lugar, espacio físico o ambiente geográfico en donde se ejecutó dicho proyecto.

- Campo: aprovechamiento de residuos líquidos alimenticios
- Área: microbiología
- Línea: evaluación de efectividad y costos
- Proyecto: evaluación a nivel laboratorio, de la acción desinfectante y desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, con vida de anaquel caducada, como sustituto a productos químicos comunes.

- Ubicación:

- Fábrica de Productos Alimenticios Las Brasas (8 avenida 2-32 zona 8 Mixco, Balcones de San Cristóbal).
- Laboratorio LASER (5 avenida 2-84 zona 1 de Mixco).

3.3. Recurso humano

Describe el conjunto de personas que intervinieron directa o indirectamente en el desarrollo de este proyecto de investigación, aportando su desempeño y conocimientos, desde la preparación hasta la presentación del informe final.

- Investigadora: Andrea Ivonne Arias Flores
- Asesora: Ms. Sc. Inga. Hilda Palma de Martini
- Director de escuela de Ingeniería química: Ing. Qco. Victor Manuel Monzón Valdés

3.4. Recurso material disponible

Los análisis necesarios para desarrollar la parte experimental de esta investigación se llevaron a cabo en el Laboratorio LASER (5 avenida 2-84 zona 1 de Mixco). Este laboratorio presta los servicios necesarios para los análisis microbiológicos y de grasas que se necesitan para alcanzar los objetivos planteados.

- Materia prima
 - Vinagre sintético blanco al 4 %

- Reactivos
 - Agua peptonada
 - Caldo lauril sulfato de sodio
 - Caldo de bilis verde brillante
 - Caldo EC
 - Desinfectante utilizado en plantas de alimentos
 - Desengrasante utilizado en plantas de alimentos
 - Muestras de base de margarina y aceite vegetal

- Equipo
 - Potenciómetro
 - Incubadora
 - Mechero
 - Gradilla
 - Balanza analítica, marca Adventure
 - Autoclave

- Cristalería
 - Tubos de ensayo.
 - Campana de Durham
 - Pipetas de 10.0 mL
 - Pipetas de 1.0 mL
 - Portaobjetos
 - Termómetro

- Equipo auxiliar
 - Computadora portátil marca Samsung, Intel Core3 Dúo, Windows 7 Professional.
 - Impresora marca Canon MP140.

3.5. Técnica cuantitativa o cualitativa

Debido a la naturaleza del objeto de estudio, las variables que se manipularon en esta investigación, utilizan tanto parámetros cuantitativos, como cualitativos.

Los parámetros cuantitativos se utilizaron para la evaluación de la estabilidad de la acidez del pH en función del tiempo de su producción y para la evaluación de la acción desinfectante del vinagre sintético blanco al 4 %. Para esto se utilizaron de referencia los siguientes métodos estandarizados:

- Medición de pH de una dilución de ácido
- Método de enjuague para toma de muestras
- Determinación de coliformes totales y fecales en superficies

Las técnicas cuantitativas que se utilizaron fueron: la determinación del valor del pH del vinagre en función de su tiempo de producción utilizando un potenciómetro, y la evaluación de la capacidad bactericida del vinagre utilizando dos pruebas microbiológicas (recuento de coliformes totales y coliformes fecales) por medio de la dilución en tubo.

De acuerdo a las técnicas cuantitativas utilizadas, se describen las variables en el procedimiento experimental de acuerdo a su clasificación en variables continua o discreta, como se presenta en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Técnica cuantitativa utilizada en el desarrollo experimental**

| Técnica cuantitativa | Instrumento / Método | Cuantitativa | |
|---|-----------------------------|--------------|----------|
| | | Continua | Discreta |
| Determinación relación valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % en función del tiempo de producción. | Potenciómetro | X | |
| Evaluación capacidad bactericida del vinagre sintético blanco al 4 %. | Técnica de dilución en tubo | X | |

Fuente: elaboración propia.

La técnica cualitativa se utilizó para evaluar la acción desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 % mediante el método de observación. En la tabla IX se describen las variables de esta técnica de acuerdo a su clasificación en variables ordinal o nominal.

Tabla IX. **Técnica cualitativa utilizada en el desarrollo experimental**

| Técnica cualitativa | Instrumento / Método | Variables | |
|---|-------------------------|-----------|---------|
| | | Ordinal | Nominal |
| Determinación de acción desengrasante del vinagre | Observación | X | |

Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección de la información

Se detallan los métodos a través de los cuales se realizó la recopilación y el ordenamiento de los datos, es decir los métodos de experimentación necesarios para llevar a cabo la investigación.

3.6.1. Procedimiento

Para alcanzar los objetivos planteados se siguió una secuencia específica de procesos. A continuación se detallan los métodos estandarizados que se utilizaron, el alcance, los reactivos y materiales y los procedimientos específicos de cada proceso.

3.6.1.1. Medición de pH en una dilución de ácido

Para realizar la medición de pH del vinagre sintético blanco al 4 %, con el objetivo de determinar la variación de acidez según el tiempo de producción, se utilizó un potenciómetro. El principio de la potenciometría para la medición del pH se justifica en la electroquímica, la cual establece la base para relacionar la diferencia potencial de una celda electroquímica con el potencial de hidrógeno de una sustancia en específico.

3.6.1.1.1. Alcance

El método abarca la determinación directa del pH de una sustancia en específico, en este caso precisamente del vinagre sintético blanco al 4 %.

3.6.1.1.2. Aparatos

Se necesita un potenciómetro calibrado y un beaker.

3.6.1.1.3. Reactivos

Entre los reactivos a utilizar para llevar a cabo la medición del pH del vinagre sintético blanco al 4 %, son únicamente las soluciones para la calibración del potenciómetro.

3.6.1.1.4. Muestra

La muestra necesaria para llevar a cabo la medición del pH debe ser una muestra significativa de la materia prima (vinagre sintético blanco al 4 %). Esto para evitar variaciones en los resultados en las siguientes etapas de la parte experimental.

3.6.1.1.5. Procedimiento

Según el procedimiento estándar para el uso de un potenciómetro para medir el pH, se debe proceder como a continuación de describe.

- Para calibrar el equipo, introducir por un minuto el electrodo en la solución de almacenamiento, pH = 7,0.
- Retirar el electrodo de la solución y secar completamente.
- Medir el pH de la solución buffer de pH = 4,0.
- Ajustar el potenciómetro para que la medición sea exactamente 4,0.
- Retirar el electrodo de la solución y secar completamente.
- Medir el pH de la solución buffer de pH = 10,0.

- Ajustar el potenciómetro para que la medición sea exactamente 10,0.
- Realizar las mediciones nuevamente con ambas soluciones de pH conocido, 4,0 y 10,0.
- Ajustar de nuevo en caso la medición no sea exacta, para terminar la calibración.
- Ahora para determinar las mediciones de pH necesarias, se debe agregar 20mL de vinagre sintético blanco al 4 % en un beaker.
- Introducir el electrodo y girar levemente para que se estabilice la lectura.
- Tomar el valor indicado por el potenciómetro.
- Retirar el electrodo, limpiar y secar completamente.

El valor de pH se toma directamente de la lectura del equipo, no es necesario utilizar alguna ecuación para obtener este dato.

3.6.1.2. Método de enjuague para toma de muestras

El método consiste en realizar un enjuague (botellas, frascos, utensilios, similares) o inmersión (manos, objetos pequeños) en una solución diluyente, para obtener la muestra que se analizará microbiológicamente en el laboratorio.

3.6.1.2.1. Alcance

El método abarca la toma de muestra de superficies inertes que están en contacto con los alimentos, con el objetivo de realizar análisis microbiológicos posteriormente.

3.6.1.2.2. Aparatos

Para llevar a cabo este método de análisis es necesario lo siguiente: frascos con tapa hermética de boca ancha de 250 mL de capacidad, bolsas de polietileno de primer uso, pinzas estériles, guantes descartables de primer uso, caja térmica para transporte de muestras.

3.6.1.2.3. Reactivos

Agua desmineralizada u otra solución diluyente estéril.

3.6.1.2.4. Muestra

La muestra necesaria para llevar a cabo los análisis microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales debe ser una muestra significativa del enjuague realizado a cada una de las superficies analizadas. Esto para evitar variaciones en los resultados en las siguientes etapas de la parte experimental.

3.6.1.2.5. Procedimiento

Según el método estandarizado para la toma de muestras según la técnica de enjuague, se debe proceder como a continuación se describe.

- Vaciar en el recipiente a muestrear una parte de la solución estéril (frasco con 100 mL).
- Agitar vigorosamente para que la solución abarque la mayor área superficial de la superficie.
- Regresar la solución a su frasco original.
- Cerrar herméticamente el frasco para su traslado.

- Colocar las muestras en un contenedor isotérmico con gel refrigerante, que se distribuirá uniformemente en la base y en los laterales, para asegurar que la temperatura del contenedor no sea mayor de 10°C, a fin de asegurar la vida útil de la muestra hasta su llegada al laboratorio.

3.6.1.3. Determinación de coliformes totales y fecales en superficies

Mediante este método estandarizado de análisis microbiológico es posible determinar la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, en una muestra líquida de interés. El procedimiento se divide en tres etapas: prueba presuntiva, prueba confirmativa presencia de coliformes totales y prueba confirmativa presencia de coliformes fecales.

3.6.1.3.1. Alcance

El método abarca la determinación directa de la presencia de coliformes totales y coliformes fecales según el Número más probable (NPM / 100,0 mL). Se seleccionó el procedimiento de análisis de muestra líquida, tomando de referencia que la técnica de muestreo utilizada (Método de enjuague), provee como resultado una muestra con esas características.

3.6.1.3.2. Aparatos

Tubos de ensayo, campana de Durham, gradilla, balanza, pipetas de 10,0 mL, pipetas de 1,0 mL, asa bacteriológica, termómetro, incubadora.

3.6.1.3.3. Reactivos

Agua peptonada, caldo lauril sulfato de sodio, caldo de bilis verde brillante, caldo EC.

3.6.1.3.4. Muestra

La muestra para la determinación de estos análisis debe ser representativa, debido a que puede necesitarse realizar una prueba más de una vez en caso se produzcan falsos positivos.

3.6.1.3.5. Procedimiento

Las tres pruebas necesarias para completar este procedimiento se describen a continuación.

Prueba presuntiva

- Agitar la muestra y transferir volúmenes de acuerdo a la tabla X, a cada uno de los tubos con caldo lauril sulfato de sodio que se hayan seleccionado.
- Agitar los tubos vigorosamente para homogeneizar la muestra.
- Incubar los tubos a $35 \pm 0,5$ °C.
- Examinar los tubos a las 24 horas y observar si hay formación de gas (desplazamiento del medio en la campana de Durham); si no se observa producción de gas, incubar por 24 horas más.

Tabla X. **Preparación de inóculo con caldo lauril sulfato de sodio**

| INOCULO (mL) | CANTIDAD DE MEDIO POR TUBO (mL) | VOLUMEN DE MEDIO MAS INOCULO (mL) | CALDO LAURIL TRIPTOSA REQUERIDO g/L | CONCENTRACIÓN |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1 | 10 o más | 11 o más | 35,6 | 1 X |
| 10 | 10 | 20 | 71,2 | 2 X |
| 10 | 20 | 30 | 53,4 | 1.5 X |
| 20 | 10 | 30 | 106,8 | 3 X |
| 100 | 50 | 150 | 106,8 | 3 X |
| 100 | 35 | 135 | 137,1 | 3.5 X |
| 100 | 20 | 120 | 213,6 | 4 X |

Fuente: elaboración propia, empleando datos de Laboratorio LASER.

Prueba confirmativa de microorganismos coliformes totales

- Transferir de 2 a 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva, a otro tubo de 16 x 150 mm que contiene caldo de bilis verde brillante, con campana de Durham.
- Agitar los tubos para su homogeneización.
- Incubar a $35,0 \pm 2,0$ °C durante 24 a 48 horas.
- Registrar como positivos aquellos tubos en donde se observe turbidez (crecimiento) y producción de gas después del período de incubación.
- Consultar la tabla XI para conocer el número más probable de organismos coliformes totales / 100,0 mL.

Prueba confirmativa de microorganismos coliformes fecales

- Transferir de 2 a 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva (caldo lauril sulfato de sodio) a un tubo de 16 x 150 mm, con caldo EC, conteniendo campana de Durham.

- Agitar los tubos para su homogeneización.
- Incubar a $44,5 \pm 0,1$ °C en incubadora o un baño de agua durante 24 a 48 horas.
- Registrar como positivos todos los tubos en donde se observe crecimiento y producción de gas después del período de incubación.
- Consultar la tabla XI para conocer el número más probable de organismos coliformes fecales/ 100,0 mL.

Tabla XI. **Índice del NMP de coliformes totales por 100,00 mL de muestra**

| No. de Tubos positivos | NMP/100 mL | 95% de Límite de Confianza (aproximado) | |
|------------------------|------------|---|----------|
| | | Inferior | Superior |
| 0 | <1,1 | 0 | 3,0 |
| 1 | 1,1 | 0,05 | 6,3 |
| 2 | 2,6 | 0,3 | 9,6 |
| 3 | 4,6 | 0,8 | 14,7 |
| 4 | 8,0 | 1,7 | 26,4 |
| 5 | >8,0 | 4,0 | Infinito |

Fuente: elaboración propia, empleando datos de Laboratorio LASER.

3.6.1.4. Método de observación para evaluación de desengrasantes

El método óptico o de observación es utilizado para la evaluación de desengrasantes. Mediante el cual es posible determinar qué tan eficiente es un producto para disolver las grasas en una superficie de interés. Generalmente se establece un rango de calificación cualitativa: bajo, promedio y superior; el cual puede ponderarse respectivamente; 1,2 y 3 según la interpretación de datos que se requiera.

3.6.1.4.1. Alcance

Este método permite una calificación cualitativa para evaluar la capacidad desengrasante de un producto en específico. En este trabajo de investigación permitirá establecer una comparación entre el vinagre sintético blanco al 4 % y un producto químico común.

3.6.1.4.2. Aparatos

Superficies inertes con presencia de grasas vegetales (margarina y aceite), portaobjetos, pisetas con agua para eliminar el vinagre / producto químico de las superficies.

3.6.1.4.3. Muestra

La muestra debe ser representativa para que los resultados sean confiables.

3.6.1.4.4. Procedimiento

El procedimiento experimental para determinar la capacidad desengrasante de un producto mediante la técnica cualitativa de observación se describe a continuación.

- Tomar una superficie con presencia de grasas vegetales (margarina y aceite).
- Aplicar una cantidad representativa de la sustancia desengrasante y frotar con las manos para que la misma ocupe toda el área superficial a limpiar.

- Dejar reposar por un tiempo de 2,0 a 3,0 minutos.
- Enjuagar la superficie inerte utilizando agua tibia.
- Realizar la calificación cualitativa mediante la observación, respecto a qué tan libre de grasa quedó la superficie analizada. Para esto utilizar la información presentada en la tabla XII.

3.6.1.5. Manejo de productos y residuos

Como en todo proceso, en este trabajo de investigación se obtuvieron productos o residuos, los cuales son necesarios visualizar para poderlos desechar de una manera adecuada. Los reactivos utilizados fueron tratados según los procedimientos ya establecidos por el laboratorio LASER.

3.7. Procesamiento de la información

Las variables de respuesta obtenidas se procesaron a través de ecuaciones y relaciones matemáticas y gráficas obtenidas de fundamentos teóricos y antecedentes de investigación realizados.

La información presentada en esta sección se encuentra organizada en función de la relación de las variables, y se presenta la relación matemática para su cálculo.

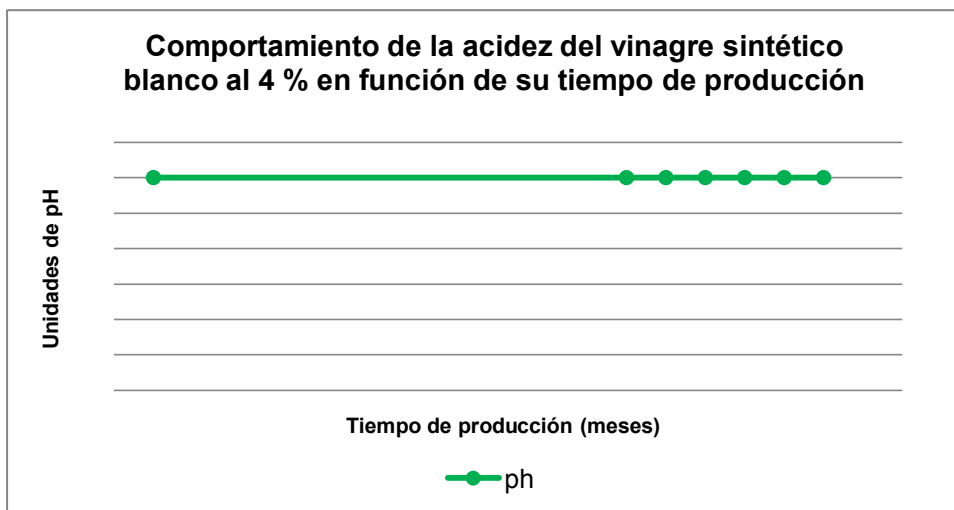
3.7.1. Tendencia del comportamiento de la acidez del vinagre en función del tiempo de producción

La determinación de la tendencia del comportamiento de la acidez del vinagre sintético blanco al 4 % se realizó mediante la medición del pH a siete muestras con distintos tiempo de producción, utilizando un potenciómetro.

La vida de anaquel del vinagre son 12 meses a partir de su producción, la cual es determinada por condiciones comerciales. Se analizaron seis muestras con distinto tiempo de producción después de caducada la vida de anaquel de la sustancia, y una muestra con vida de anaquel vigente para poder evaluar si al estar ya vencido, la acidez disminuye, aumenta o permanece constante. La acidez es el único parámetro que debe monitorearse para determinar que el vinagre sintético blanco es apto para consumo humano, debido a las características fisicoquímicas del mismo.

Se elaboró una gráfica en la que se colocó el tiempo de producción en el eje de las abscisas y las unidades de pH en el eje de las coordenadas. Con esta gráfica fue posible analizar el comportamiento de la acidez del vinagre sintético blanco al 4 %, siendo una tendencia constante la que se espera, según se muestra en la figura 9.

Figura 9. **Tendencia esperada del comportamiento de la acidez del vinagre sintético blanco en función del tiempo**



Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Cálculo de porcentaje de capacidad desinfectante

El porcentaje de capacidad desinfectante se utilizó para comparar la acción bactericida del vinagre sintético blanco al 4 % con la del producto químico común.

Para este cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{capacidad bactericida} = \left(\frac{NPM_{inicial} - NPM_{final}}{NPM_{inicial}} \right) * 100$$

[Ecuación 1]

Donde:

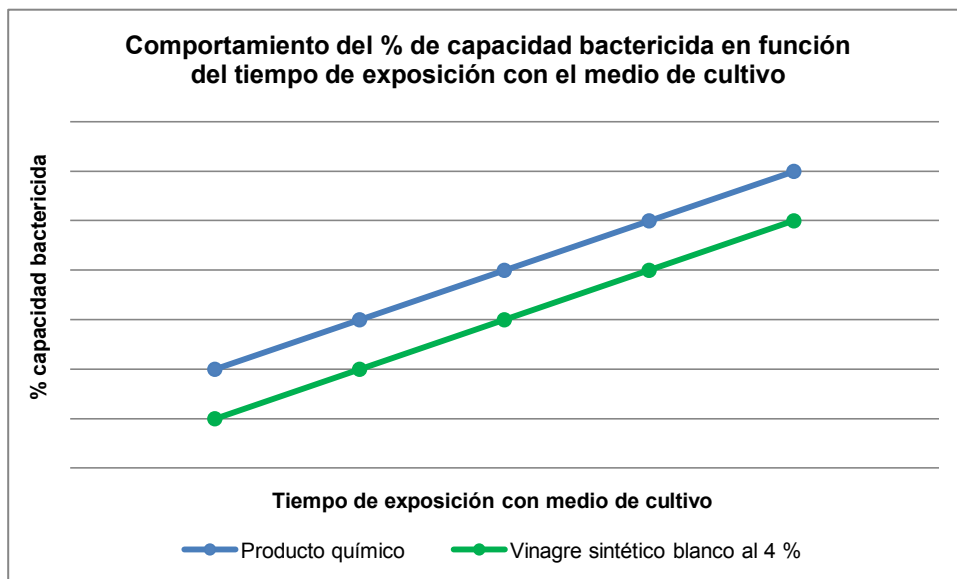
- $NPM_{inicial}$ = número más probable de microorganismos por 100,0 mL antes de aplicar solución desinfectante.
- NPM_{final} = número más probable de microorganismos por 100,0 mL después de aplicar solución desinfectante.

Específicamente para esta investigación se tomó una solución inicial con un $NPM_{inicial}$ conocido, con un valor de 4,6.

Este cálculo se analizó gráficamente para poder validar los datos de comparación entre ambos productos. Se eligió como constante la concentración del vinagre al 4 %, debido a que con esta condición tuvo una mayor acción bactericida; la variable que se manipuló para compararlo con el producto químico común fue el tiempo de exposición con el medio de cultivo.

En la figura 10, se presenta la tendencia esperada para el comportamiento del porcentaje de capacidad bactericida del vinagre sintético blanco con 4 % comparado con la del producto químico común.

Figura 10. **Tendencia esperada de la capacidad bactericida del vinagre sintético blanco y del producto químico en función del tiempo de exposición**



Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Evaluación capacidad desengrasante

El análisis de la capacidad desengrasante de las sustancias de interés se realizó mediante la técnica cualitativa de observación, en la que se tomó en cuenta los rastros de grasas y aceite perceptibles visualmente y a través del tacto. Para poder comparar los resultados obtenidos entre el vinagre sintético blanco y el producto químico común, se tomó el parámetro de concentración

como constante (4 %), y la variable que se manipuló fue el tiempo de exposición con la superficie inerte.

Para poder tener una representación gráfica y cuantitativa respecto a esta evaluación se toman en cuenta los datos presentados en la tabla XII.

Tabla XII. **Escala para calificación cualitativa y capacidad desengrasante de una sustancia, mediante método de observación**

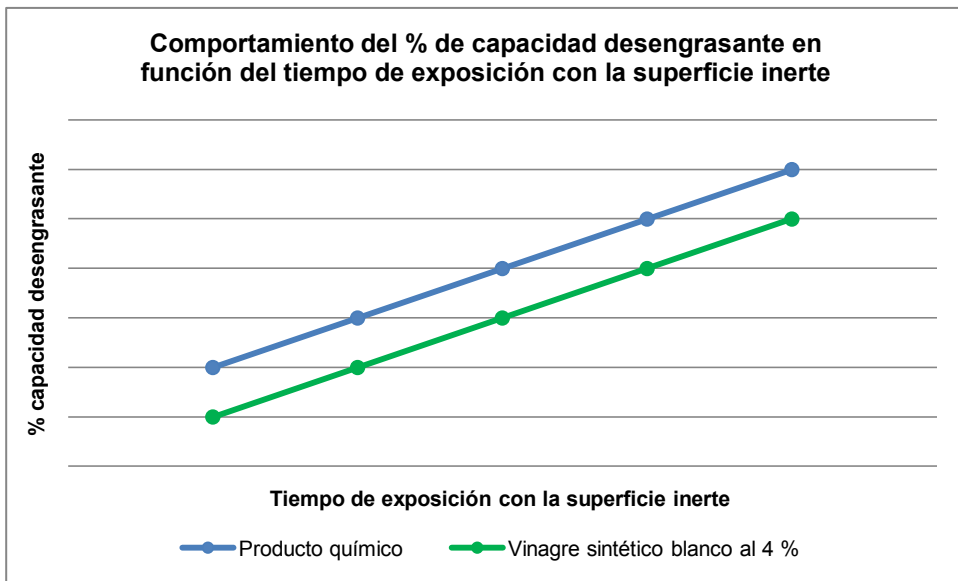
| Descripción observación | Calificación cualitativa | Ponderación |
|---|---------------------------------|--------------------|
| Residuos de grasa perceptibles por medio de la observación y el tacto en gran parte del área superficial. | Bajo | 1 |
| Residuos de grasa perceptibles por medio de la observación en poca área superficial. | Promedio | 2 |
| Ausencia total de residuos de grasa perceptibles por medio de la observación y el tacto en gran parte del área superficial. | Superior | 3 |

Fuente: elaboración propia.

En este método se utiliza una técnica de luz ultravioleta sugerida en la Norma ASTM D6361 “Standard guide for selecting cleaning agents and processes” para determinar la presencia o ausencia de trazas de aceites y grasas y disminuir un poco la subjetividad del procedimiento.

En la gráfica realizada se colocó el tiempo de exposición con la superficie en el eje de las abscisas y en el eje de las coordenadas la ponderación respecto a la descripción de la observación realizada en cada prueba. Esto se muestra en la figura 11.

Figura 11. **Tendencia esperada de la capacidad desengrasante del vinagre sintético blanco y del producto químico en función del tiempo de exposición**



Fuente: elaboración propia.

3.7.4. Cálculo del ahorro de la empresa al sustituir los productos químicos comunes por el vinagre sintético blanco al 4 %

Para cumplir con el cálculo del ahorro que una empresa dedicada a la manufactura de vinagre sintético blanco al 4 %, al sustituir los productos químicos comunes con función desinfectante y desengrasante por el uso de vinagre, se utilizó la siguiente ecuación.

$$\% \text{ ahorro} = \left(\frac{Inv_{prod.quim} - Inv_{vinagre}}{Inv_{prod.quim}} \right) * 100 \quad [\text{Ecuación 2}]$$

Donde:

- $Inv_{\text{prod.quim}}$ = inversión utilizando productos químicos comunes
- Inv_{vinagre} = inversión utilizando vinagre sintético blanco al 4 %

3.8. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos dentro del procedimiento experimental, se evaluaron estadísticamente para determinar las variaciones o anomalías que se presentan en el grupo de datos. A continuación se detallan los análisis que se llevaron a cabo.

3.8.1. Número de repeticiones

El número de repeticiones se determina con el fin de obtener la cantidad necesaria de repeticiones para que el error no afecte significativamente los datos.

Para estimar el número de corridas necesarias a realizar en la parte experimental de este proyecto, se utilizó la siguiente ecuación:

$$N = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P * Q}{E^2} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

N = número de Corridas

$Z_{\alpha/2}$ = confiabilidad

P = probabilidad de éxito

Q = probabilidad de fracaso

E = error

Con el propósito de obtener resultados, gráficas, análisis y modelos matemáticos con un mínimo de error, se utilizaron los siguientes valores:

$$\begin{array}{ll} Z_{\alpha/2} = 1,96 & P = 0,96 \\ Q = 0,04 & E = 0,225 \end{array}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación No.7, obtenemos que:

$$N = \frac{(1,96)^2(0,96)(0,04)}{(0,220)^2} = 3$$

Son necesarias 3 corridas para desarrollar la parte experimental de este proyecto de investigación con un mínimo error.

3.8.2. Media de una muestra

La media aritmética representa el valor característico de una serie de datos cuantitativos. Se obtiene a partir de la suma de sus valores dividido dentro del número total de datos. Se realiza el cálculo por medio de la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{x_i}{n} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

Donde:

\bar{x} = media aritmética

x_i = dato *i*ésimo

n = número de datos

3.8.3. Desviación estándar

La desviación estándar es una herramienta estadística que permite el análisis de un conjunto de datos definiendo la medida de dispersión de los mismos. Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

s = desviación estándar de la muestra

\bar{x} = media aritmética

x_i = dato i ésimo

n = número de datos

3.8.4. ANOVA

Método para comparar medias y contrastar si difieren significativamente. El análisis de la varianza se puede realizar con tamaños muestrales iguales o distintos. El valor de F calculada por este análisis estadístico es contrastado posteriormente utilizando el valor crítico de t en tablas. Este valor depende del nivel de significancia y de los grados de libertad.

Tabla XIII. **Análisis de varianza**

| Fuente de variación | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrados medios | f calculada |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| Tratamientos | SSA | k-1 | $S_1^2 = SSA/K-1$ | S_1^2/S^2 |
| Error | SSE | k(n-1) | $S^2 = SSE/ [k(n-1)]$ | |
| Total | SST | nk-1 | | |

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- SST se calcula de la siguiente forma:

$$\sum Y^2 - Y_t / n = SST \quad [\text{Ecuación 6}]$$

- SSA se calcula de la siguiente forma:

$$\sum Y^2 / k - Y_t / n = SSA \quad [\text{Ecuación 7}]$$

- SSE se calcula de la siguiente forma:

$$SST - SSA = SSE \quad [\text{Ecuación 8}]$$

Los criterios de decisión sobre los valores de F calculado y crítico, son los siguientes:

Si $F_{cal} < F_{crit}$ entonces H_0 es aceptada

Si $F_{cal} > F_{crit}$ entonces H_0 es rechazada

4. RESULTADOS

En esta sección, los resultados se encuentran organizados en apartados correspondientes a los objetivos específicos de esta investigación.

4.1. Determinación del valor de pH de vinagre sintético blanco al 4 % en función de su tiempo de producción

Se refiere a los resultados obtenidos del valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % en función de su tiempo de producción, tomando en cuenta vida de anaquel vigente y vida de anaquel caducada, mediante la utilización de un potenciómetro.

Tabla XIV. pH del vinagre sintético blanco en función del tiempo de producción

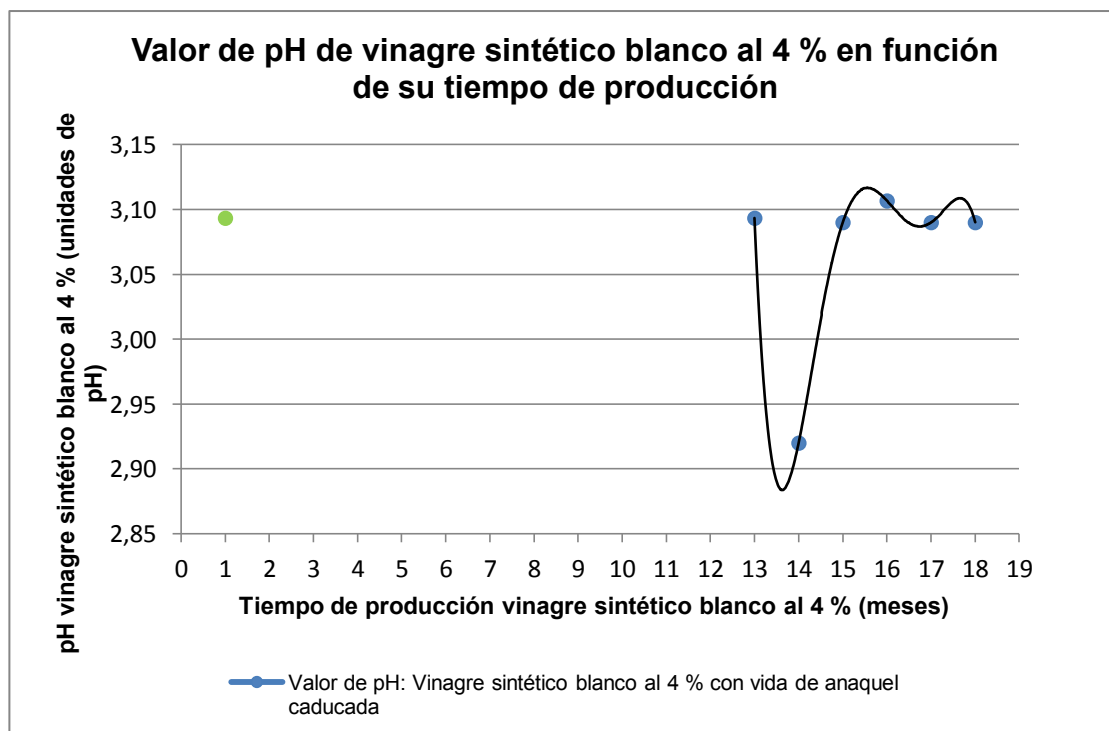
| t (meses de producción) | Corrida | pH (unidades de pH) | Media (unidades de pH) | Desviación estándar |
|-------------------------------|---------|---------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | 3,09 | 3,09 | 0,00577 |
| | 2 | 3,10 | | |
| | 3 | 3,09 | | |
| 13 | 1 | 3,09 | 3,09 | 0,00577 |
| | 2 | 3,09 | | |
| | 3 | 3,10 | | |
| 14 | 1 | 2,92 | 2,92 | 0,01000 |
| | 2 | 2,93 | | |
| | 3 | 2,91 | | |
| 15 | 1 | 3,08 | 3,09 | 0,01000 |
| | 2 | 3,10 | | |
| | 3 | 3,09 | | |

Continuación tabla XIV.

| | | | | |
|----|---|------|------|---------|
| 16 | 1 | 3,11 | 3,11 | 0,00577 |
| | 2 | 3,10 | | |
| | 3 | 3,11 | | |
| 17 | 1 | 3,10 | 3,09 | 0,01000 |
| | 2 | 3,08 | | |
| | 3 | 3,09 | | |
| 18 | 1 | 3,10 | 3,09 | 0,01000 |
| | 2 | 3,09 | | |
| | 3 | 3,08 | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Relación entre el valor de pH del vinagre sintético blanco al 4 % y su tiempo de producción**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Evaluación acción desinfectante del vinagre sintético blanco al 4 %, comparado con un producto químico común

Se refiere a los resultados obtenidos de la comparación de la acción desinfectante del vinagre sintético blanco y el producto químico común, enfocado en la eliminación de coliformes totales y coliformes fecales de las superficies inertes en contacto con alimentos. Las variables consideradas fueron la concentración y el tiempo de exposición con el medio de cultivo.

Tabla XV. **Capacidad bactericida vinagre en función de concentración**

| Microorganismo analizado | Concentración (% V / V) | Muestra | NMP/ 100mL | Media | Desviación |
|--------------------------|-------------------------|---------|------------|-------|------------|
| Coliformes totales | 1% | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| | 2% | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 4% | m1 | 1,1 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| Coliformes fecales | 1% | m1 | 1,1 | 1,10 | 0,0000 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 2% | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 4% | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Capacidad bactericida vinagre en función de tiempo de exposición**

| Microorganismo analizado | Tiempo (minutos) | Muestra | NMP / 100,0 mL | Media | Desviación |
|--------------------------|------------------|---------|----------------|-------|------------|
| Coliformes totales | 1,0 | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| | 2,0 | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 3,0 | m1 | 0 | 0,00 | 0,0000 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| Coliformes fecales | 1,0 | m1 | 1,1 | 1,10 | 0,0000 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 2,0 | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| | 3,0 | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Capacidad bactericida producto químico en función de tiempo de exposición**

| Microorganismo analizado | Tiempo (minutos) | Muestra | NMP / 100,0 mL | Media | Desviación |
|--------------------------|------------------|---------|----------------|-------|------------|
| Coliformes totales | 1,0 | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| | 2,0 | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| | 3,0 | m1 | 1,1 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 0 | | |
| Coliformes fecales | 1,0 | m1 | 1,1 | 0,73 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 2,0 | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 0 | | |
| | | m3 | 1,1 | | |
| | 3,0 | m1 | 0 | 0,37 | 0,6351 |
| | | m2 | 1,1 | | |
| | | m3 | 0 | | |

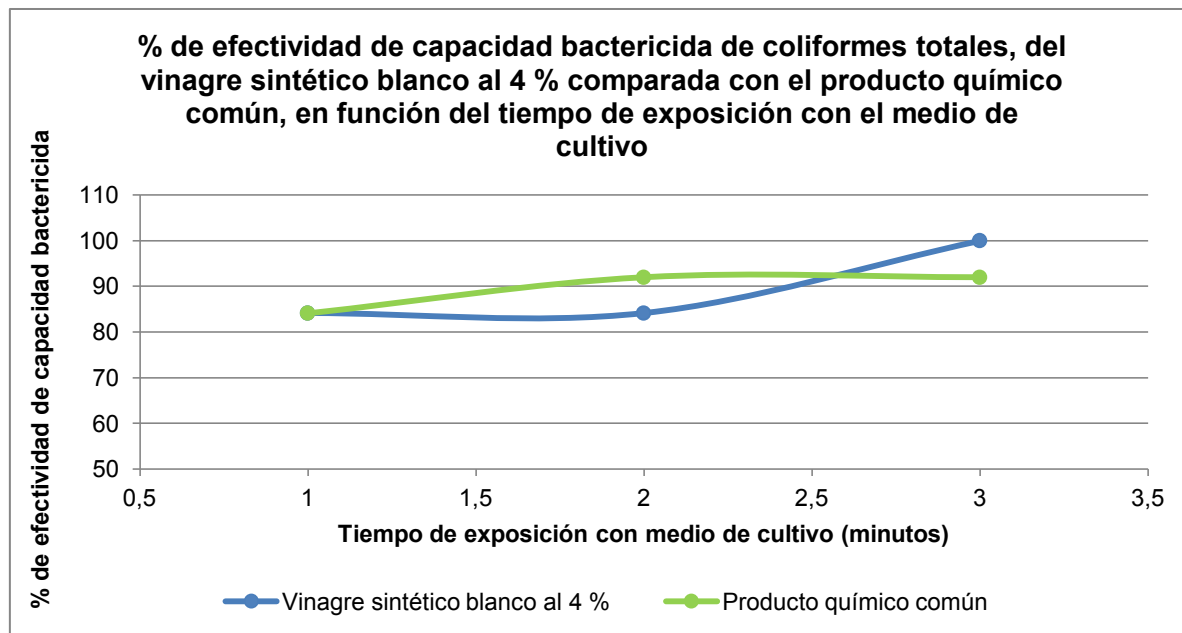
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Efectividad de capacidad bactericida en condiciones óptimas

| Microorganismo evaluado | Condición optima | % efectividad vinagre sintético blanco al 4 % | % efectividad producto químico común | Relación entre ambos productos |
|-------------------------|---------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| Coliformes totales | Concentración = 4 % | 91,96 | n/a | n/a |
| | Tiempo = 3 minutos | 100,00 | 91,96 | 8,04 |
| Coliformes fecales | Concentración = 4 % | 91,96 | n/a | n/a |
| | Tiempo = 3 minutos | 91,96 | 91,96 | 0,00 |

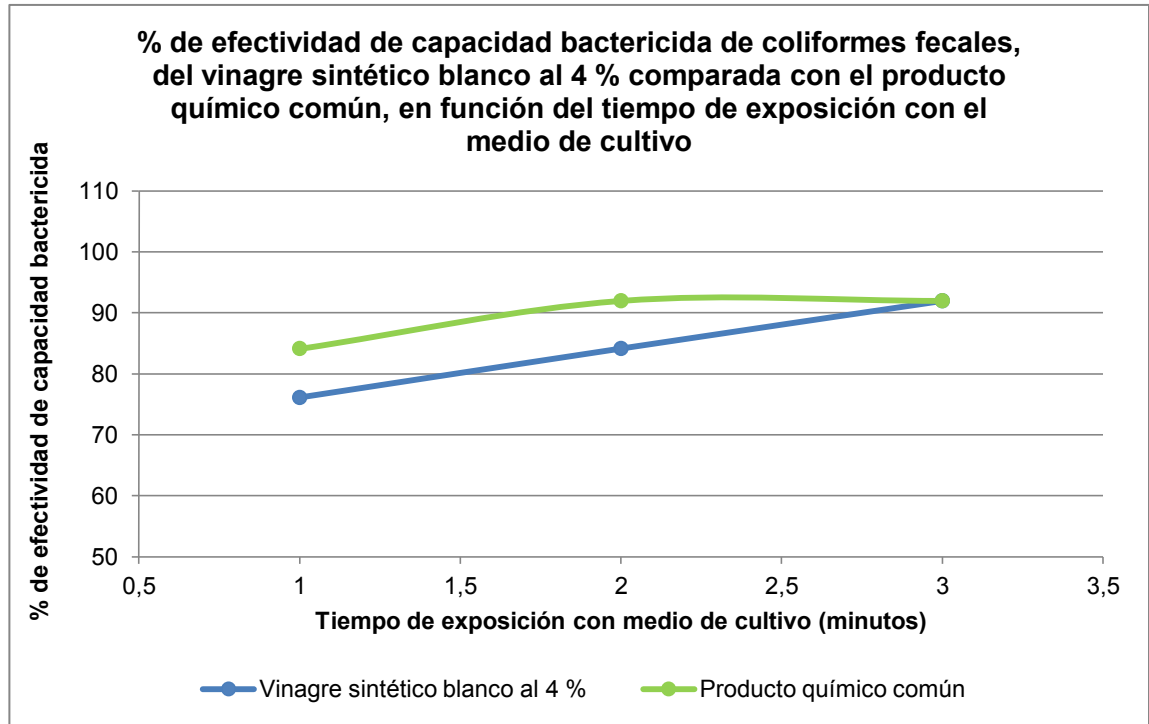
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Capacidad bactericida contra coliformes totales, del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Capacidad bactericida contra coliformes fecales, del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común**



Fuente: elaboración propia.

4.3. **Evaluación acción desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, comparado con un producto químico común**

Se refiere a los resultados obtenidos de la comparación de la acción desengrasante del vinagre sintético blanco y el producto químico común, utilizando la técnica cualitativa de observación, mediante la verificación de ausencia o presencia de trazas de grasa con luz ultravioleta. Las variables que se manipularon fue la concentración del vinagre sintético blanco al 4 % y el tiempo de exposición con las grasas seleccionadas.

Tabla XIX. **Capacidad desengrasante vinagre en función de concentración**

| Concentración (%v/v) | Resultado de método de observación | Ponderación de resultado |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| 1 % | Bajo | 1 |
| 2 % | Bajo | 1 |
| 4 % | Superior | 3 |

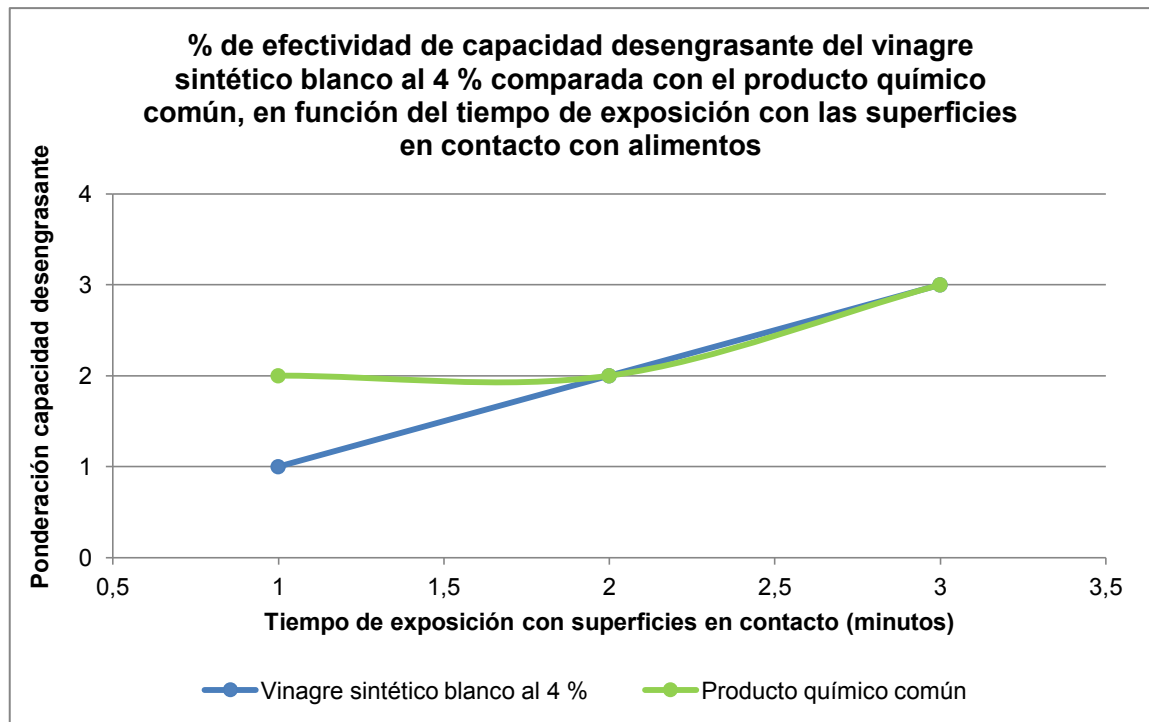
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Capacidad desengrasante vinagre y producto químico, en función de tiempo de exposición con superficies**

| Sustancia | Tiempo (minutos) | Resultado de método de observación | Ponderación de resultado |
|---------------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|
| Vinagre sintético blanco al 4 % | 1 | Bajo | 1 |
| | 2 | Promedio | 2 |
| | 3 | Superior | 3 |
| Producto químico común | 1 | Promedio | 2 |
| | 2 | Promedio | 2 |
| | 3 | Superior | 3 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Capacidad desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 % y del producto químico común en función del tiempo de exposición con las superficies**



Fuente: elaboración propia.

4.4. Cálculo del ahorro anual de una empresa dedicada a la manufactura de vinagre sintético blanco al 4 %, al utilizar este producto como un sustituto a los desinfectantes y desengrasantes químicos comunes

Se refiere al cálculo del ahorro anual que una empresa que elabora vinagre sintético blanco al 4 %, puede tener al reemplazar el uso de productos químicos comunes por el vinagre, aumentando su cadena productiva utilizando este residuo potencialmente útil.

Tabla XXI. **Ahorro alcanzado en una empresa al sustituir el producto químico por el vinagre sintético blanco al 4 % con vida de anaquel caducada, como sustituto a productos químicos comunes**

| Producto químico común | | | | |
|--|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Tipo de producto | Precio producto | Consumo mensual | Consumo anual | Inversión anual |
| Desinfectante | Q. 65,00 | 1 galón | 12 galones | Q. 780,00 |
| Desengrasante | Q. 60,00 | 1 galón | 12 galones | Q. 720,00 |
| TOTAL | | | | Q. 1 500,00 |
| Vinagre sintético blanco al 4 % | | | | |
| Tipo de producto | Precio producto | Consumo mensual | Consumo anual | Inversión anual |
| Desinfectante | Q. 0,00 | 1 galón | 12 galones | Q. 0,00 |
| Desengrasante | Q. 0,00 | 1 galón | 12 galones | Q. 0,00 |
| Atomizadores | Q. 19,00 | 2 unidades | 12 unidades | Q. 228,00 |
| Galones plásticos para almacenaje | Q. 5,00 | 2 unidades | 12 unidades | Q. 60,00 |
| TOTAL | | | | Q. 288,00 |
| Ahorro = 80.8% | | | | |

Fuente: datos de proveedores Fábrica de productos Las Brasas.

4.5. Análisis estadístico

El nivel de significancia de las variaciones de los resultados obtenidos con la variación del número más probable de microorganismos presentes en función del tiempo de exposición con el medio de cultivo y con la superficie en contacto con alimentos, se evaluó con un análisis de varianza de un factor.

Tabla XXII. **Análisis de varianza de un factor**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | GL | Promedio de los cuadrados | Valor F Calculado | P | Valor crítico para F |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|----------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0,727959 | 4 | 0,18199 | 436,45 | 3,57845E-11 | 3,4781 |
| Dentro de los grupos | 0,00417 | 10 | 0,000417 | | | |
| Total | 0,732128 | 14 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos del ANOVA se utilizaron para descartar o comprobar la hipótesis alternativa planteada en esta investigación.

Tabla XXIII. **Análisis de hipótesis**

| Criterio 1 | Hipótesis | Conclusión |
|---|------------------|-------------------|
| $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$ | Alternativa (Hi) | Aceptada |
| | Nula (Ho) | Rechazada |

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Este trabajo de investigación tuvo el objetivo principal de evaluar la sustitución del uso de productos químicos comunes con función desinfectante y desengrasante por vinagre sintético blanco al 4 % con vida de anaquel caducada, en una planta dedicada a la manufactura de este producto. La vida de anaquel de este producto está determinada únicamente por condiciones comerciales, debido a que por las características fisicoquímicas del producto no presenta crecimiento microbiológico. Para determinar si esta sustitución era factible se realizó un estudio respecto al comportamiento de la acidez del vinagre sintético en función a su tiempo de producción, luego se evaluó la capacidad desinfectante y desengrasante de este producto comparado con los utilizados tradicionalmente. Se analizó únicamente el comportamiento del nivel de acidez, debido a que es el único parámetro fisicoquímico que determina si el producto es apto o no para el consumo humano. Finalmente se calculó el ahorro que la empresa tendrá al implementar este proyecto de aprovechamiento de un residuo potencialmente útil.

Para el análisis del comportamiento del nivel de acidez del vinagre sintético blanco al 4 %, se realizaron mediciones de pH utilizando un potenciómetro. Se evaluaron 7 muestras de vinagre con un rango de 13 a 18 meses de producción y una de ellas de producción reciente (15 días). Los resultados obtenidos se presentaron de forma gráfica (figura 12), en donde se pudo concluir que el pH se mantiene constante a lo largo del tiempo de producción. Los resultados obtenidos están en un rango de 2,91 – 3,11 unidades de pH. El punto que se desvía del comportamiento general, puede tomarse como un problema en control de calidad o un error en la toma de

medición, por lo que no es significativo para cuestionar la tendencia constante que presenta este parámetro del vinagre. Estos resultados agregan dos puntos de valor a la investigación: el primero, es sabido según la literatura que los microorganismos difícilmente sobreviven a condiciones de acidez menores a 3,5 unidades de pH; el segundo, no existe restricción alguna respecto al tiempo de uso del vinagre después de caducada su vida de anaquel, porque la acidez se mantiene prácticamente constante, y resultados tendrían que ser igual de eficientes y eficaces.

Seguidamente, se procedió a evaluar la capacidad desinfectante del vinagre sintético blanco al 4 % comparada con la de los productos químicos tradicionales. Para esta evaluación se realizaron análisis microbiológicos a nivel laboratorio, variando la concentración del vinagre y el tiempo de exposición con el medio de cultivo. Los análisis realizados fueron recuento de coliformes totales y coliformes fecales.

Para realizar el análisis se aplicó a las superficies inertes una solución con un valor de NPM / 100 mL conocido, 4,6. Luego, se utilizó el método de enjuague para la toma de muestras en las superficies inertes en contacto con los alimentos después de la aplicación del vinagre y del producto químico común. Luego del análisis de las muestras por medio de la técnica de dilución de tubo y el NPM, variando la concentración del vinagre y el tiempo de exposición, se pudo concluir que las condiciones óptimas para la acción bactericida del vinagre son una concentración del 4 % y un tiempo de exposición con el medio de cultivo de 3 minutos. A estas condiciones se observó que el vinagre sintético blanco al 4 % tiene una capacidad bactericida contra coliformes totales 8 puntos más alta que la del producto químico común (99,0 %); y una capacidad bactericida contra coliformes fecales igual a este producto (91,96 %). Esto se muestra en las figuras 13 y 14.

Por otro lado, respecto al análisis de la acción desengrasante del vinagre sintético, al variar el tiempo de exposición en las superficies se utilizó únicamente el método cualitativo de observación. En este análisis se emplearon muestras de margarina y aceite aplicadas en superficies en contacto con los alimentos. Los resultados obtenidos permiten concluir que con una concentración del 4 % y un tiempo de exposición con la superficie inerte de 3 minutos, el vinagre sintético blanco tiene una capacidad desengrasante igual a la del producto de referencia, según muestra la figura 15.

Con los resultados obtenidos, se pudo concluir que la empresa puede tener un ahorro del 80,8 % al sustituir los productos químicos comunes utilizados como desinfectante y desengrasante por vinagre sintético blanco al 4 %. Este ahorro se justifica en el aumento de la cadena productiva del vinagre, tomando en cuenta que por los requisitos de trazabilidad, la empresa está obligada a guardar una muestra de cada lote de producción durante la vida de anaquel del producto. Está igualmente obligada a desechar correctamente estas muestras una vez hayan cumplido su tiempo de almacenamiento en la empresa, para evitar el consumo de los mismos fuera del tiempo en el que se ha definido su vida útil, y así cumplir con las condiciones comerciales previamente establecidas. Al utilizar el vinagre como estas dos sustancias de limpieza se está cumpliendo con los dos requisitos expresados anteriormente, y al mismo no están invirtiendo en algún otro producto que cumpla con estas funciones.

Tomando de referencia los resultados anteriores y el análisis estadístico realizado, se puede identificar como positiva la hipótesis planteada en este trabajo de investigación. Concluyendo que es posible el uso de vinagre sintético blanco al 4 %, con vida de anaquel caducada, como sustituto a los productos químicos comunes utilizados como agentes desinfectantes y desengrasantes.

Así como que la capacidad desinfectante y desengrasante del vinagre aumenta mientras aumenta el tiempo de exposición, pudiendo mantener la concentración constante al 4 %.

CONCLUSIONES

1. El nivel de acidez del vinagre sintético blanco al 4 % se mantuvo constante durante los 6 meses posteriores a caducada su vida de anaquel; los valores de pH se mantuvieron en un rango de 2,92 – 3,11 unidades de pH, y durante este tiempo de vida se puede utilizar el vinagre como producto de limpieza.
2. Cumpliendo con las condiciones óptimas de una concentración del 4 por ciento y un tiempo de exposición al medio de cultivo de 3 minutos, se logró que el vinagre sintético blanco tuviera un porcentaje de efectividad de capacidad bactericida, contra coliformes totales, 8,04 puntos mayor a la efectividad del producto químico común; y un porcentaje igual contra coliformes fecales.
3. El vinagre sintético blanco puede sustituir el producto químico común utilizado como desengrasante, cumpliendo las condiciones de una concentración del 4 por ciento y un tiempo de exposición con la superficie de 3 minutos, logrando una capacidad desengrasante igual a la referencia.
4. Al analizar la inversión de la empresa al sustituir los productos químicos comunes por el vinagre sintético blanco al 4 %, se obtuvo un ahorro del 80.8 por ciento.

RECOMENDACIONES

1. Analizar la acidez del vinagre sintético blanco de muestras con mayor tiempo de vida desde su producción para establecer que no hay restricción de tiempo en el que se pueda utilizar como sustancia de limpieza, luego de caducada su vida de anaquel.
2. Evaluar la capacidad bactericida y desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, en una formulación completa con otros compuestos químicos que puedan aumentar la eficiencia y eficacia del mismo.
3. Evaluar la capacidad bactericida del vinagre sintético blanco al 4 %, enfocado en microorganismos patógenos y virus, para cumplir con especificaciones nacionales e internacionales respecto a la inocuidad en las plantas dedicadas a la manufactura de alimentos.
4. Utilizar una técnica cuantitativa para evaluar la capacidad desengrasante del vinagre sintético blanco al 4 %, para dar resultados más confiables que confirmen la posible sustitución de los productos químicos comunes.

BIBLIOGRAFÍA

1. AESAN. *Desinfectantes y desengrasantes permitidos en alimentos*. [en línea].
<http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/detalle/detergentes.shtml>. [Consulta: 25 de septiembre de 2013].
2. AESAN. *Trazabilidad en plantas de alimentos*. [en línea].
<http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subdetalle/trazabilidad.shtml>. [Consulta: 29 de septiembre de 2013].
3. ALBA TORRES, N., ARAUJO ESTRADA, F. *Evaluación de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfección del área de fitoterapéuticos en Laboratorios Pronabell LTDA*. Trabajo de graduación para obtener el título de Microbióloga industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia, 2008. 99 p.
4. Asociación de Ciencia, Investigación y Tecnología de Alimentos. *Acción de los agentes químicos en las bacterias en alimentos*. [en línea].
<www.mundoalimentario.com>. [Consulta: 20 de octubre de 2013].
5. CALDERÓN BARRIOS, Karen Sofía. *Comparación del efecto desinfectante de hidróxido de calcio vs. una mezcla de ácidos orgánicos y surfactantes, aplicados en pediluvios de una granja avícola en el departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Médico veterinario. Universidad de San Carlos de Guatemala,

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala, 2005.
51 p.

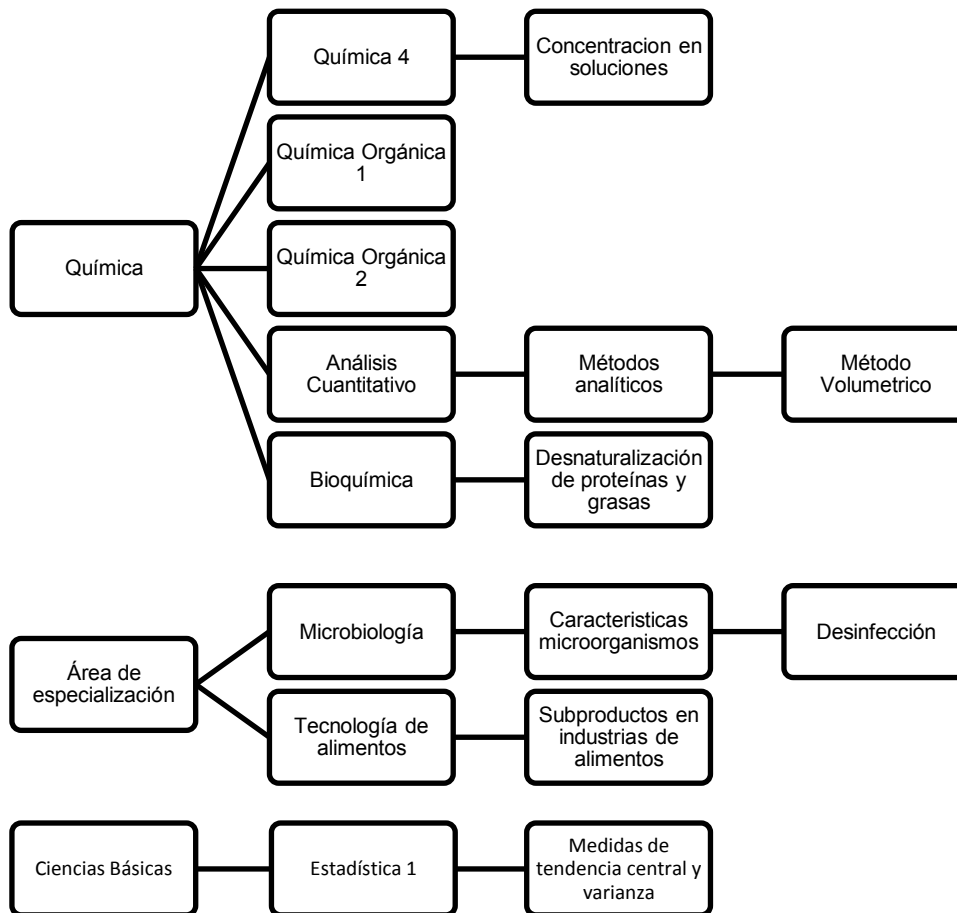
6. CANAHUÍ GUEVARA, Ana Lucía. *Comparación de la capacidad bactericida del alcohol etílico 95%, amonio cuaternario y PVP Iodine como ingredientes activos de los desinfectantes por el método del coeficiente fenólico*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, 2009. 91 p.
7. CORONEL, P., GUACHICHULCA, M. *Propuesta para la implementación de POES para equipos de producción en la fábrica de embutidos embuandes*. Trabajo de graduación de Bioquímico farmacéutico. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias químicas. Ecuador, 2009. 122 p.
8. ITESCAM. *¿Qué es una cadena productiva?* [en línea]. <www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r14284>. [Consulta: 25 de octubre de 2013].
9. LABBE PINO, Mariela Alejandra. *Tratamientos post fermentativos del vinagre: conservación en botella, envejecimiento acelerado y eliminación de plomo*. Trabajo de graduación de Doctor. Universidad Rovira i Virgili, Facultad de Enología. Tarragona, España, 2007. 144 p.
10. LOPEZ PEÑA, J., LLEONART DEL CAMPO, F. *Estudio comparativo de diferentes desinfectantes en condiciones "in vitro" y en una explotación porcina*. Artículo correspondiente al trabajo de

graduación de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. España, 2010. 2 p.

11. MAMANI URQUIZO, Irma. *Evaluación del efecto bactericida de los desinfectantes en cepas bacterianas ATCC y cepas aisladas del área de fabricación de productos estériles realizando pruebas de dilución "in use" en Laboratorios Bago de Bolivia, S.A.* Trabajo de graduación de Bioquímico. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias farmacéuticas y Bioquímicas. Bolivia, 2008. 48 p.
12. PERRY, Robert H. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 8ª ed. New York, United States: McGraw-Hill, 2008. 818 p.
13. TROYA CHAVARRIAGA, Jimmy Andrés. *Evaluación de la efectividad de los desinfectantes DIVOSAN FORTE y MH en la desinfección de equipos y áreas de trabajo en una empresa procesadora de helados*. Trabajo de graduación de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia, 2007. 55 p.
14. WALPOLE, Myers & Myers. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. 6ª ed. México: Pearson education, 1999. 816 p.

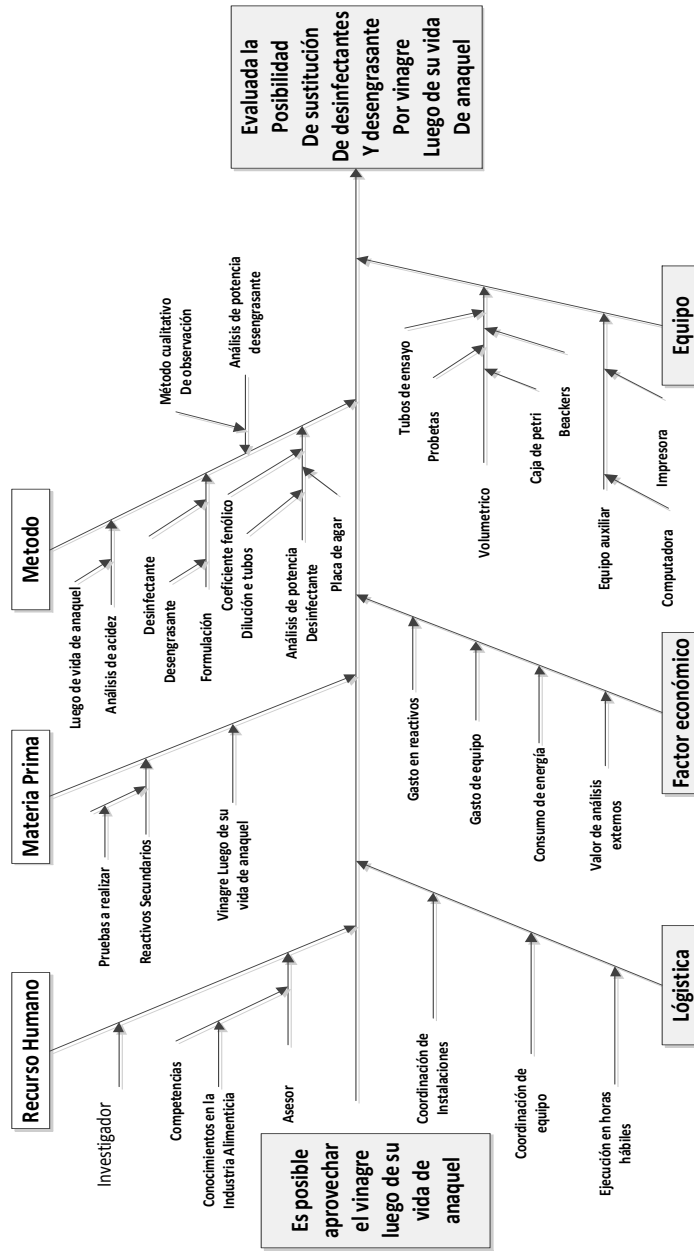
APÉNDICES

Apéndice 1: Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2: Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1: **Vinagre sintético blanco al 4 % (materia prima)**



Fuente: Laboratorio LASER.

Anexo 2: **Vinagre sintético blanco al 4 %, con vida de anaquel caducada**



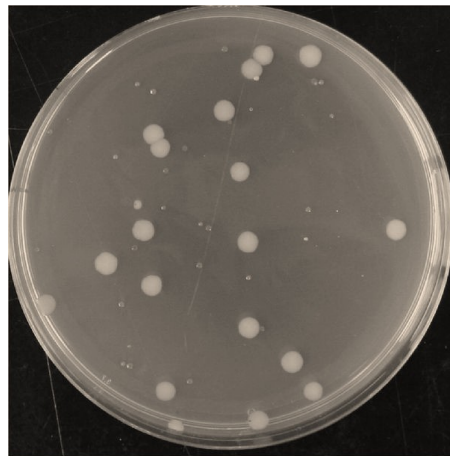
Fuente: Laboratorio LASER.

Anexo 3: Análisis para determinar tendencia de acidez del vinagre sintético blanco al 4 %



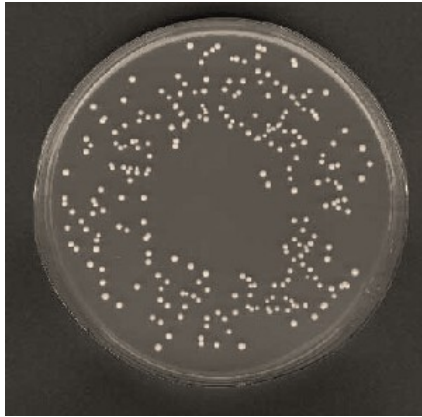
Fuente: Laboratorio LASER.

Anexo 4: Medio de cultivo en contacto con vinagre sintético blanco al 4 %



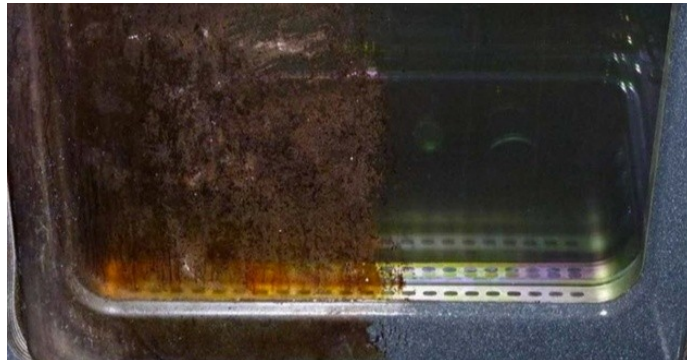
Fuente: Laboratorio LASER.

Anexo 5: **Medio de cultivo en contacto con producto químico común**



Fuente: Laboratorio LASER.

Anexo 6: **Grasa en contacto con vinagre sintético blanco al 4 %.**



Fuente: Laboratorio LASER.

