

Un Diseño Experimental Taguchi para Evaluar la Eficacia de Algunos Jabones Antibacteriales

Analysis of Silicone Adhesion on Aluminum Using Taguchi Experimental Design

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.6.2.2024.06>

Fecha de recepción: 09/07/24. Fecha de Publicación: 29/07/2024

Diana González-Galindo

Esp. En Gestión Integral de la Calidad, Universidad de la Costa
dgonzale74@cuc.edu.co

Laura Cervantes-Morales

Esp. En Gestión Integral de la Calidad, Universidad de la Costa
lcervant23@cuc.edu.co

Luisa Coronado-Castrillón

Esp. En Gestión Integral de la Calidad, Universidad de la Costa
lcoronad17@cuc.edu.co

Linda Barbur-Fontalvo

Esp. En Gestión Integral de la Calidad, Universidad de la Costa
lbarbur1@cuc.edu.co

Lizneys Ortega-Mendoza

Esp. En Gestión Integral de la Calidad, Universidad de la Costa
lortega19@cuc.edu.co

Alexander Troncoso-Palacio

Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia
atroncos1@cuc.edu.co

Como citar en IEEE este artículo: Gonzalez-Galindo y Otros, «Un Diseño Experimental Taguchi para Evaluar la Eficacia de Algunos Jabones Antibacteriales» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 6. No. 2. pp. 45-56, 2024. Online. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5908>

Resumen

Este estudio comparó la eficacia de tres jabones antibacterianos comúnmente utilizados en la reducción de la carga microbiológica en cuatro manipuladores de alimentos de la línea de producción de una empresa alimentaria. La investigación se llevó a cabo mediante un diseño experimental método Taguchi, en el software estadístico Minitab®. Se recolectaron muestras microbiológicas antes y después del lavado de manos con cada uno de los

jabones seleccionados: Soft-care® Diversey, Tusica® y Forza®. El muestreo se realizó en cuatro horarios diferentes, utilizando cuatro operarios seleccionados aleatoriamente que están en contacto directo con el producto, ya que este es el punto de mayor riesgo de contaminación. Los resultados permitieron estimar que el jabón Soft-care® Diversey tiene un mayor porcentaje de reducción de carga microbiológica en comparación con los otros dos jabones, especialmente para el recuento de coliformes, donde se espera ausencia en los manipuladores de alimentos. Esto proporciona información crucial sobre la capacidad de los diferentes jabones para reducir la carga bacteriana en las manos de los manipuladores. Este análisis comparativo contribuyó a mejorar la comprensión de la eficacia de los jabones antibacterianos aplicados en un entorno alimentario, lo que podría tener importantes implicaciones para mejorar las prácticas de higiene y seguridad alimentaria en la línea de producción estudiada.

Palabras clave: Calidad Bacteriológica en Jabones, Eficiencia de Jabones Antibacteriales, Evaluación Higiene de Manos.

Abstract

The main objective of the project is to determine the incidence of factors such as cleaning, primer, type of sealer and type of substrate on the adhesion of SIKASIL IA and DOWSIL 791 silicones on aluminum substrates with Natural Anodized finish and electrostatic paint. The design of experiments with the Taguchi method was used for the analysis of the results. It was determined with a L8 (2^4) design with 4 factors of two levels each and 8 runs that worked to analyze non-controllable factors that impact the results. The results obtained according to the assigned categorization showed that runs 4, 7 and 8 obtained Total Adherence (3); runs 1, 3 and 6 obtained Weak Adherence (2) and runs 2 and 5 obtained No Adherence (1). In other words, the ideal combination is (Cleaning with isopropyl alcohol + Primer application + Sika Sealer + Natura Anodized Finish), to obtain total adhesion. Likewise, it was concluded that the primer factor with a p value of 0.029, is a critical factor in adhesion regardless of which substrate or sealer is used to ensure excellent quality.

Keywords: Bacteriological Quality in Soaps, Efficiency of Antibacterial Soaps, Hand Hygiene Evaluation.

Introducción

En la industria alimentaria, mantener la inocuidad implica la implementación de prácticas adecuadas de producción, manipulación, almacenamiento y distribución de alimentos a lo largo de toda la cadena productiva. Esto incluye medidas de higiene personal, sanitización de equipos, control de temperaturas, aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM), entre otras. Lo anterior reduciría la presencia de microorganismos mesófilos y coliformes, lo cual representa una seria preocupación puesto que su proliferación puede generar contaminación cruzada o adulteración de los productos alimenticios, poniendo en riesgo la salud pública [1, 2]

El presente proyecto tiene como objetivo principal comparar la efectividad de remoción de la carga microbiológica de tres jabones antibacteriales utilizados en el lavado de manos de los manipuladores de alimentos de una línea productiva. La evaluación de la eficacia de estos jabones es crítica para garantizar la inocuidad y calidad de los productos alimenticios, así como para prevenir posibles brotes de enfermedades transmitidas por alimentos [3, 4]. Con un enfoque metodológico riguroso, se hará un estudio comparativo que incluirá la recolección de muestras microbiológicas antes y después del lavado de manos con los jabones seleccionados. Se analizará la carga bacteriana presente en las muestras, utilizando técnicas específicas de microbiología (Recuento de UFC), para determinar la eficacia de remoción de microorganismos patógenos y potencialmente peligrosos. Los resultados de este experimento no solo tendrán implicaciones directas en la industria alimentaria, contribuyendo a mejorar los estándares de seguridad y calidad de los productos, sino que también pueden proporcionar información valiosa para el desarrollo de políticas y regulaciones relacionadas con la higiene para manipuladores de alimentos [5].

Estado del arte

La Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura FAO, considera las BPM como un conjunto de directrices que buscan garantizar un entorno laboral inocuo y seguro para evitar la contaminación de los alimentos a lo largo de las diferentes etapas del proceso productivo [6]. Dentro de estas directrices se incluyen pautas de comportamiento de los manipuladores de alimentos, las cuales circunscriben la higiene de manos [7]. Dicho esto, se han ejecutado estudios para evaluar la calidad microbiológica en alimentos donde se ha concluido que altos porcentajes de alimentos con calidad no aceptables se consideraron estuvieron relacionado con la

contaminación de superficies y de las manos [8, 9]. Así mismo, una investigación determinada a verificar la presencia de coliformes totales y termo tolerantes de *Staphylococcus* spp en muestras de las manos de manipuladores de alimentos en la calle, permitió concluir que parte de los resultados no conformes por microorganismos eran debido a falencias en las prácticas de higiene en los manipuladores [10]. En el sector salud es crítica la higiene de manos, debido al autocuidado de los profesionales de la salud y a la prevención de infecciones para los pacientes [11, 12]. Algunas investigaciones se han relacionado con evaluar la efectividad del lavado de manos en distintas instituciones médicas, enfatizadas mayormente en el protocolo de lavado o uso de agua/jabón en contraste a soluciones alcohólicas [11, 13] relacionadas con la efectividad de los agentes de limpieza para las superficies [14].

En Colombia, las BPM se regulan por normativa, que define el uso de jabón desinfectante, recomendaciones para instalar lavamanos y avisos de frecuencia de lavado [15]. No obstante, una adecuada técnica de lavado de manos no garantiza que hay una eliminación microbiana si no se realiza con agua y un jabón adecuado [16], por esta razón debemos analizar diferentes factores para determinar su actividad antiséptica [9], como son sus ingredientes activos y el tiempo del lavado de manos; algunos estudios demuestran que, por ejemplo, el Triclosán exhibe una mayor actividad antibacteriana en comparación con otros agentes, como cloruro de benzalconio [17]. Por otro lado, respecto al tiempo de lavado, investigaciones sugieren que sea de al menos 20 segundos para la reducción significativa de la carga bacteriana [18]. Pese que numerosas investigaciones se enfocan en BPM y determinación de carga microbiológica, son pocas las investigaciones que se han enfocado en comparar los agentes antisépticos en el sector de alimentos [19, 20, 21].

Metodología

Materiales y equipos

- Peptona al 5 %
- Tubos de ensayo
- Micropipetas 1 ml
- Puntas estériles con filtro
- Guantes estériles
- Tapabocas
- Paños wypall
- Agar Chromocult
- Agar Plate Count
- Hisopos estériles
- Incubadora 35°C ±2°
- Jabón Soft-care® Diversey
- Jabón Tusica®
- Jabón Forza®

Procedimiento

1. Preparación de medios de cultivos y soluciones: Se preparó solución peptonada al 5 %, y medios de cultivos: agar chromocult, y agar plate count.
2. Plan del muestreo: Se eligen aleatoriamente 4 operarios de la línea de producción para el muestreo microbiológico.
3. Toma de Muestras: El personal de microbiología utiliza hisopos estériles con ligeros frotis en las manos y palmas de los operarios seleccionados, luego el hisopo se agrega en 10ml de la solución de peptona al 5%. Se toman muestras previo y posterior al lavado de manos.
4. Rotulado de Muestras: En el laboratorio de microbiología, cada muestra se etiqueta con un número irrepetible de Operador, la línea de producción correspondiente y la fecha completa de toma de la muestra.
5. Preparación de Muestras: Al llegar al área de siembra se preparan las cajas Petri y se rotulan de una forma abreviada. Las muestras se transfieren a tubos estériles conteniendo una solución de peptona al 5%. Los tubos se cierran y homogenizan para garantizar una distribución uniforme de la muestra.

6. Limpieza y purga de cabina de flujo laminar: al llegar al área de siembra encender las cabinas y realizarse su purga de aire durante 15min, para después proceder a limpiarlas con alcohol al 70%, con la ayuda de paños wypall
7. Siembra en Medios de Cultivo: Se toma 1 ml de la muestra y se inocula en una caja Petri de dimensiones 100x60mm. Luego, se vierte *agar Chromocult* precalentado a 45°C sobre la muestra y se permite solidificar en una cabina de flujo laminar.
8. Segundo Análisis: Se repite el proceso de siembra utilizando el medio de cultivo *Place Count*. Este medio se vierte sobre una nueva caja Petri que contiene 1 ml de la muestra y se deja solidificar en la cabina.
9. Incubación: Las cajas Petri se incuban a 35°C ± 2°C durante 48 horas para permitir el crecimiento bacteriano.
10. Conteo de Colonias: Transcurrido el tiempo de incubación, se realiza el conteo de colonias presentes en las cajas Petri, identificando aquellas que muestran un recuento significativo de microorganismos.

Desarrollo

En el diseño de este experimento se aplicó el modelo Taguchi para identificar la efectividad de 3 jabones usados para el lavado de manos de los manipuladores de alimentos de una línea productiva, definiendo cuatro factores (número de manipuladores) y tres niveles (Jabón Soft-care® Diversey, Jabón Tusica® y Jabón Forza®). El muestreo aplicado (tamaño de la muestra) se realizó teniendo en cuenta la población de manipuladores en la planta, al aplicar las herramientas del software Minitab® (cribado, factorial, mezcla y Taguchi) el número de experimentos establecidas para cada modelo era mayor a 1000, mientras que para el método Taguchi es permitido realizar análisis con datos reducidos.

Este enfoque metodológico se seleccionó dada su idoneidad para proporcionar las respuestas a nuestra hipótesis de investigación, por tanto, se inicia con la creación de del diseño de experimento en Minitab®, llevando a cabo 4 corridas experimentales, registrando y analizando sistemáticamente los resultados obtenidos. En las tablas 1 a 4 se presentan los resultados microbiológicos para Mesófilos antes y después del lavado de manos, y los resultados microbiológicos para coliformes antes y después del lavado de manos, obtenidos para cada análisis realizado: por operario y jabón experimentado.

Tabla 1. Recuento microbiológico de mesófilos antes de lavado de manos

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RM-SOF	RM.TUSICA	RM-FORZA
1	1	1	1	310	310	310
2	1	2	2	55	310	310
3	1	3	3	55	180	190
4	1	4	4	310	310	310
5	2	1	2	70	310	290
6	2	2	1	48	310	290
7	2	3	4	310	53	310
8	2	4	3	170	260	150
9	3	1	3	150	270	310
10	3	2	4	310	77	310
11	3	3	1	310	250	310
12	3	4	2	180	310	310
13	4	1	4	250	250	310
14	4	2	3	99	310	270
15	4	3	2	80	190	310
16	4	4	1	250	130	310

Tabla 2. Recuento microbiológico de mesófilos después de lavado de manos

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RM SOFT	RM TS	RM FORZ
1	1	1	1	1	310	310
2	1	2	2	0	89	310
3	1	3	3	0	100	190
4	1	4	4	7	45	310
5	2	1	2	0	89	189
6	2	2	1	0	45	189
7	2	3	4	6	2	310
8	2	4	3	4	260	89
9	3	1	3	2	160	310
10	3	2	4	1	50	310
11	3	3	1	1	190	310
12	3	4	2	2	150	310
13	4	1	4	0	190	310
14	4	2	3	0	150	190
15	4	3	2	0	70	310
16	4	4	1	0	100	310

Tabla 3. Recuento microbiológico de Coliformes antes de lavado de manos

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RC-SOFT	RC-TUSICA	RC-FORZA
1	1	1	1	310	310	310
2	1	2	2	310	38	310
3	1	3	3	310	130	310
4	1	4	4	310	310	210
5	2	1	2	15	69	310
6	2	2	1	25	195	120
7	2	3	4	16	25	150
8	2	4	3	250	200	100
9	3	1	3	80	310	310
10	3	2	4	160	89	310
11	3	3	1	150	170	250
12	3	4	2	100	310	310
13	4	1	4	170	170	310
14	4	2	3	65	310	310
15	4	3	2	49	260	180
16	4	4	1	170	190	310

Tabla 4. Recuento microbiológico de Coliformes después de lavado de manos

	Soft Care	Tusica	Forza	RCS	RCT	RCF
1	1	1	1	0	75	190
2	1	2	2	0	30	190
3	1	3	3	0	199	310
4	1	4	4	0	289	150
5	2	1	2	0	40	310
6	2	2	1	0	89	99
7	2	3	4	0	10	89
8	2	4	3	0	150	34
9	3	1	3	0	200	310
10	3	2	4	0	79	10
11	3	3	1	0	99	190
12	3	4	2	0	250	310
13	4	1	4	0	90	310
14	4	2	3	0	250	140
15	4	3	2	0	130	120
16	4	4	1	0	99	310

La hipótesis se planteó para determinar el factor con mayor efectividad en la remoción de carga microbiológica,

considerando el valor mínimo como óptimo: ya que el recuento permisible para microorganismos mesófilos debía ser <10 UFC/ 1 ml, y el valor de coliformes 0UFC/1ml. Se realizaron cuatro corridas por cada microorganismo (mesófilos y coliformes totales) para la muestra antes de lavado de manos y posterior al lavado de manos.

Resultados

Subsecuentemente, se realizó el análisis del diseño en Minitab® el cual nos arrojó los siguientes resultados y gráficas.

Tabla 5. Resultados microbiológicos de mesófilos antes lavado de manos:

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RM-SOF	RM.TUSICA	RM-FORZA	RELSR1	DEST1	MEDIA1	CV1
1	1	1	1	310	310	310	-49,8272	0,000	310,000	0,000000
2	1	2	2	55	310	310	-48,1341	147,224	225,000	0,654330
3	1	3	3	55	180	190	-43,7734	75,222	141,667	0,530978
4	1	4	4	310	310	310	-49,8272	0,000	310,000	0,000000
5	2	1	2	70	310	290	-47,9029	133,167	223,333	0,596268
6	2	2	1	48	310	290	-47,8415	145,836	216,000	0,675164
7	2	3	4	310	53	310	-48,1293	148,379	224,333	0,661422
8	2	4	3	170	260	150	-45,9843	58,595	193,333	0,303076
9	3	1	3	150	270	310	-48,0505	83,267	243,333	0,342192
10	3	2	4	310	77	310	-48,1983	134,523	232,333	0,579007
11	3	3	1	310	250	310	-49,2891	34,641	290,000	0,119452
12	3	4	2	180	310	310	-48,7429	75,056	266,667	0,281458
13	4	1	4	250	250	310	-48,6747	34,641	270,000	0,128300
14	4	2	3	99	310	270	-47,7525	112,073	226,333	0,495167
15	4	3	2	80	190	310	-46,6464	115,036	193,333	0,595015
16	4	4	1	250	130	310	-47,6716	91,652	230,000	0,398485

Tabla 6. Resultados microbiológicos de mesófilos después lavado de manos:

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RM SOFT	RM TS	RM FORZ	DEST1	MEDIA1	CV1
1	1	1	1	1	310	310	178,401	207,000	0,86184
2	1	2	2	0	89	310	159,615	133,000	1,20011
3	1	3	3	0	100	190	95,044	96,667	0,98321
4	1	4	4	7	45	310	165,065	120,667	1,36794
5	2	1	2	0	89	189	94,553	92,667	1,02036
6	2	2	1	0	45	189	98,727	78,000	1,26573
7	2	3	4	6	2	310	176,681	106,000	1,66680
8	2	4	3	4	260	89	130,385	117,667	1,10809
9	3	1	3	2	160	310	154,017	157,333	0,97892
10	3	2	4	1	50	310	166,073	120,333	1,38011
11	3	3	1	1	190	310	155,779	167,000	0,93281
12	3	4	2	2	150	310	154,039	154,000	1,00025
13	4	1	4	0	190	310	156,312	166,667	0,93787
14	4	2	3	0	150	190	100,167	113,333	0,88382
15	4	3	2	0	70	310	162,583	126,667	1,28355
16	4	4	1	0	100	310	158,219	136,667	1,15770

Tabla 7. Resultados microbiológicos de coliformes antes lavado de manos:

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
SOFT CARE	TUSICA	FORZA	RC-SOFT	RC-TUSICA	RC-FORZA	RELSR1	DEST1	MEDIA1	CV1
1	1	1	310	310	310	-49,8272	0,000	310,000	0,00000
1	2	2	310	38	310	-48,0988	157,039	219,333	0,71598
1	3	3	310	130	310	-48,4323	103,923	250,000	0,41569
1	4	4	310	310	210	-48,9634	57,735	276,667	0,20868
2	1	2	15	69	310	-45,2757	157,068	131,333	1,19595
2	2	1	25	195	120	-42,4756	85,196	113,333	0,75173
2	3	4	16	25	150	-38,9174	74,902	63,667	1,17647
2	4	3	250	200	100	-45,7403	76,376	183,333	0,41660
3	1	3	80	310	310	-48,2086	132,791	233,333	0,56910
3	2	4	160	89	310	-46,3555	112,829	186,333	0,60552
3	3	1	150	170	250	-45,7940	52,915	190,000	0,27850
3	4	2	100	310	310	-48,2866	121,244	240,000	0,50518
4	1	4	170	170	310	-47,1012	80,829	216,667	0,37306
4	2	3	65	310	310	-48,1608	141,451	228,333	0,61949
4	3	2	49	260	180	-45,3318	106,522	163,000	0,65351
4	4	1	170	190	310	-47,2997	75,719	223,333	0,33904

Tabla 8. Resultados microbiológicos de coliformes después de lavado de manos:

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Soft Care	Tusica	Forza	RCS	RCT	RCF	DEST1	MEDIA1	CV1
1	1	1	0	75	190	95,699	88,333	1,08339
1	2	2	0	30	190	102,144	73,333	1,39287
1	3	3	0	199	310	157,068	169,667	0,92574
1	4	4	0	289	150	144,535	146,333	0,98771
2	1	2	0	40	310	168,622	116,667	1,44533
2	2	1	0	89	99	54,501	62,667	0,86969
2	3	4	0	10	89	48,754	33,000	1,47741
2	4	3	0	150	34	78,647	61,333	1,28229
3	1	3	0	200	310	157,162	170,000	0,92448
3	2	4	0	79	10	43,016	29,667	1,44996
3	3	1	0	99	190	95,028	96,333	0,98645
3	4	2	0	250	310	164,418	186,667	0,88081
4	1	4	0	90	310	159,478	133,333	1,19609
4	2	3	0	250	140	125,300	130,000	0,96384
4	3	2	0	130	120	72,342	83,333	0,86810
4	4	1	0	99	310	158,336	136,333	1,16139

Interpretación de graficas para Mesófilos. En el siguiente punto se realiza la interpretación de cada uno de los parámetros estudiados en la ejecución de proyecto donde se analizada el antes y después de lavado de manos de los manipuladores de alimentos con sus respectivos resultados obtenido por la parte microbiológica. El microorganismo estudiado es mesófilo. Las variables relacionadas en el proyecto fueron:

- Medias de medias
- Desviación estándar
- Relaciones de medias
- Caja de bigote

En el Gráfico 1 se analizó la desviación estándar de mesófilos antes y después de lavado de manos de los manipuladores elegidos aleatoriamente en una línea de producción. Se puede visualizar que los operarios antes de lavado de manos con resultados más cercanos a la media fueron el operario3 y operario4 del jabón Soft care, el operario4 del jabón Tusica, y en el jabón Forza el operario3 y operario4.

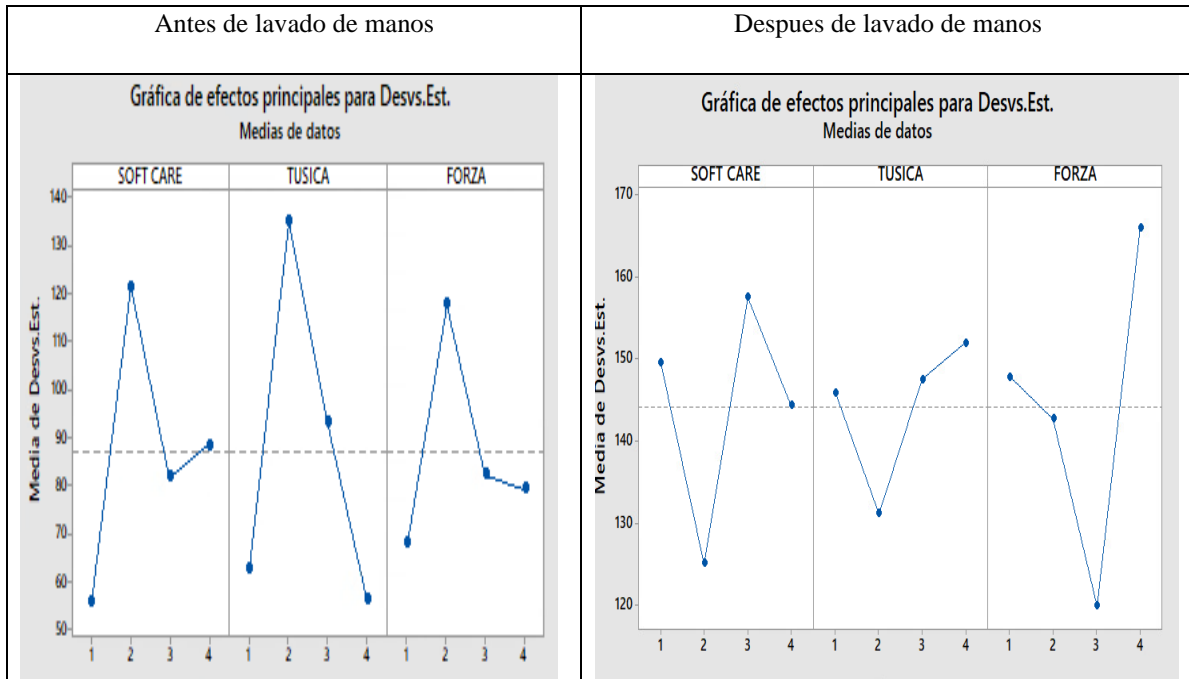
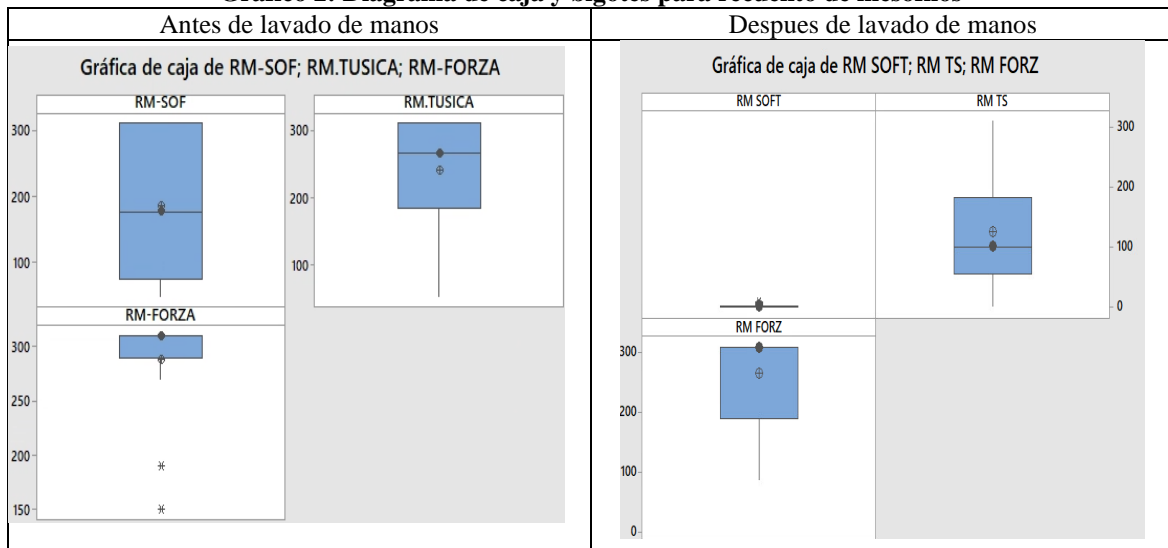


Gráfico 1: desviación estándar para recuento de mesófilos

Los resultados de los manipuladores que tuvieron menor variabilidad después del lavado de manos fue el operario4 en Soft care, y en el jabón Forza el operario2 y operario3.

Gráfico 2: Diagrama de caja y bigotes para recuento de mesófilos



En el Gráfico 2 se analizó el diagrama de caja y bigotes para mesófilos antes y después de lavado de manos de los manipuladores. Se puede visualizar que antes del lavado de manos, para el jabón Forza y Tusica los datos oscilaron entre 200-300/UFC/1ml que fueron los que tuvieron valores similares. En el jabón Soft care se obtuvieron resultados con mayor dispersión ya que oscilaron desde <100 hasta 310 UFC/1ml. Al analizar el diagrama después de lavado de manos podemos identificar que el jabón Soft Care cumple con las especificaciones microbiológicas según lo que indica el plan interno de la planta de producción, debido a que sus valores se encontraron por debajo de 10UFC/1ml. Así mismo, se percibe que todos los valores obtenidos con este jabón se encontraron alrededor de la media, mostrando así la efectividad del jabón soft care en el lavado y desinfección de manos en la planta de producción.

En el Gráfico 3 se analizó la relación de medias de antes y después de lavado de manos de los manipuladores. Se puede visualizar que los operarios tomados de la línea tuvieron una mayor predominancia en resultados microbiológicos, ya que presentaron altos niveles de contaminación en sus manos, mostrando resultados casi incontables en el microorganismo estudiado.

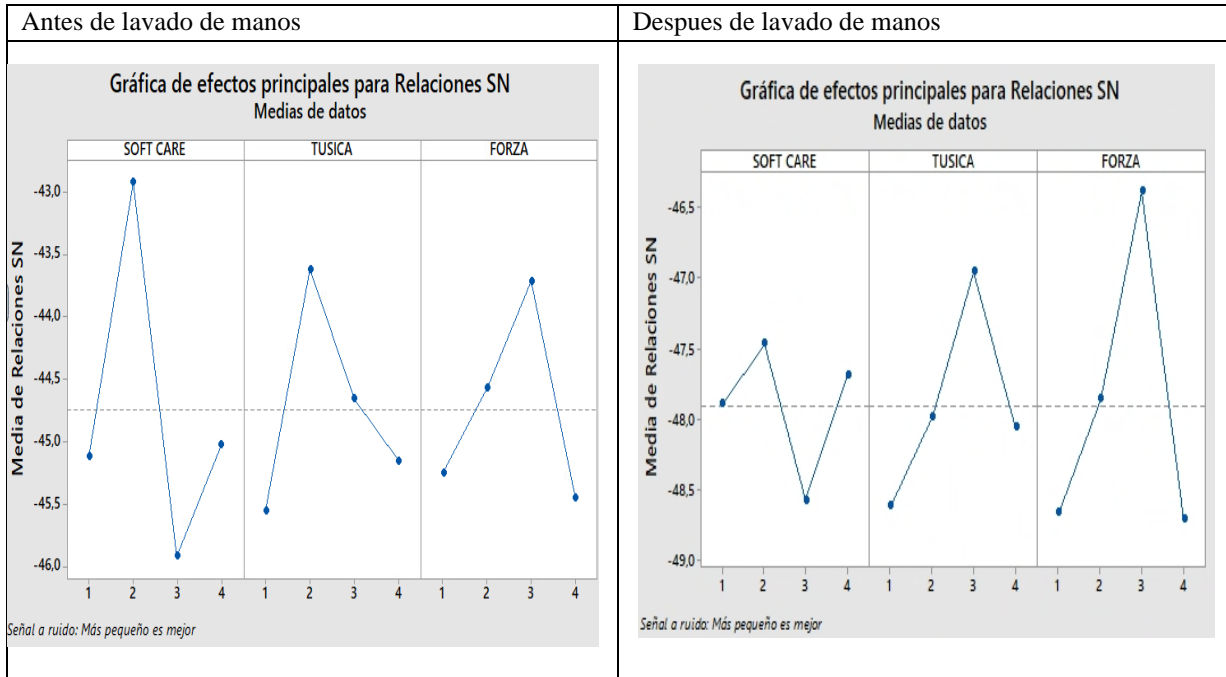


Gráfico 3: Relación de medias para recuento de mesófilos

Después del lavado de manos se pudo analizar que el jabón soft care fue el más efectivo en todos los operarios analizados, ya que al realizar el correcto lavado de manos el recuento de mesófilos fue $<10\text{UFC}/1\text{ml}$, lo que permite deducir que este jabón es adecuado para mantener la higiene del personal de la línea productiva y a su vez garantizar la inocuidad del producto. Interpretación de graficas para Coliformes. En el siguiente punto se realiza la interpretación de cada uno de los parámetros estudiados en la ejecución de proyecto donde se analizó antes y después de lavado de manos de los manipuladores de alimentos con sus respectivos resultados obtenidos por la parte microbiológica. El microorganismo estudiado es coliforme. Las variables relacionadas en el proyecto fueron:

- Medias de medias
- Desviación estándar
- Relaciones de medias
- Caja de bigote

En el Gráfico 4 se analizó la desviación estándar de coliformes antes y después de lavado de manos de los manipuladores elegidos aleatoriamente en una línea de producción. Se puede visualizar que los operarios antes de lavado de manos más cercanos a la media fueron Operario2, operario3 y operario4 del jabón soft care y el operario1 del jabón Tusica. Los demás resultados permiten apreciar que hay una gran variabilidad en sus datos, por lo tanto, se alejan de la media

Antes de lavado de manos	Después de lavado de manos
--------------------------	----------------------------

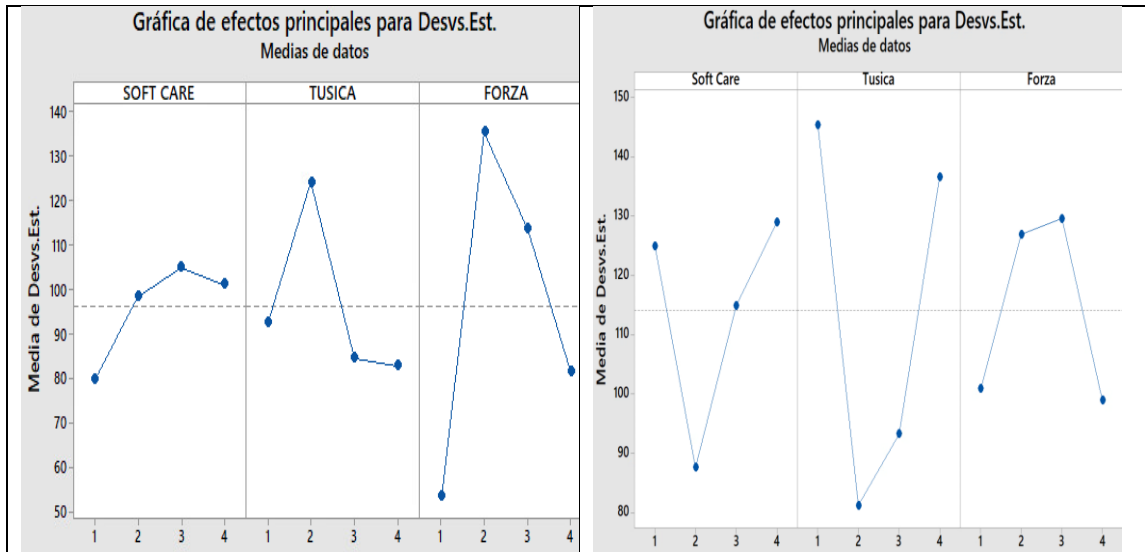


Gráfico 4: desviación estándar para recuento de Coliformes

Los resultados de los manipuladores que tuvieron menor variabilidad después del lavado de manos fue el operario3 del jabón Soft care. El resto de los resultados para el jabón Tusica, y jabón Forza tuvieron una alta variabilidad en sus datos.

En el **Gráfico 5** se analizó el diagrama de caja y bigotes para coliformes antes y después de lavado de manos de los manipuladores. Se puede visualizar que antes del lavado de manos, se identifica una alta variabilidad en los datos, ya que los operarios elegidos contaban con una alta carga contaminación de microorganismos coliformes, los cuales oscilaron entre 100 y 300 UFC/1ml. Al analizar el diagrama después de lavado de manos para coliformes pudimos identificar que el jabón Soft Care cumple las especificaciones microbiológicas según lo que indica el plan interno de la planta de producción, debido a que sus valores después del lavado de manos redujeron a 0UFC/1ml mostrando así la efectividad de este jabón en el lavado y desinfección de manos en la planta de producción.

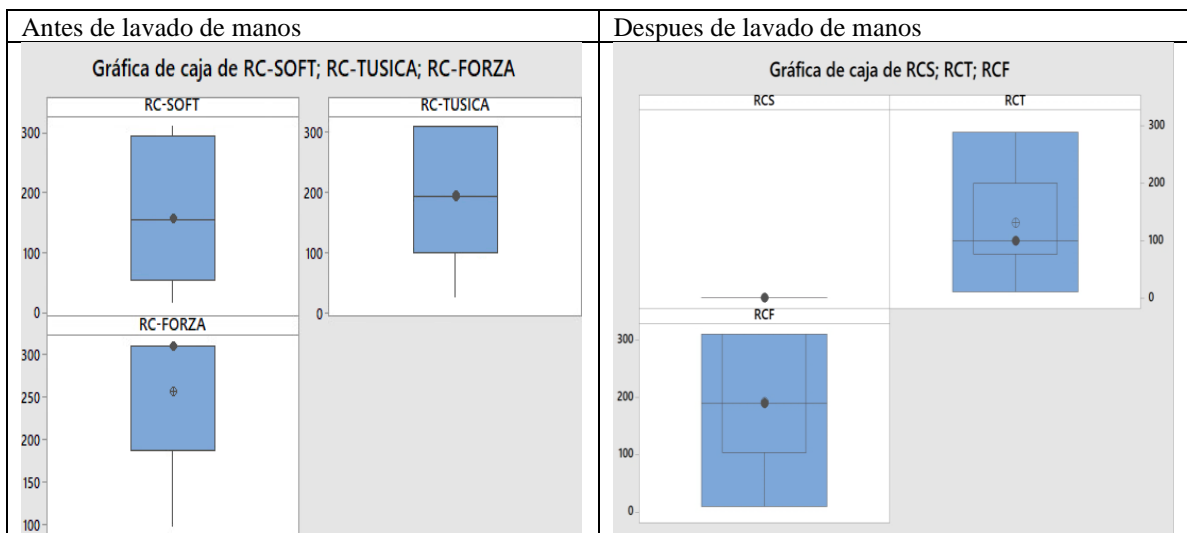


Gráfico 5. Diagrama de caja y bigotes para recuento de Coliformes

En el Gráfico 6 se analizó la relación de medias antes y después de lavado de manos de los manipuladores. Se puede visualizar que los operarios tomados de la línea tuvieron una mayor predominancia en resultados microbiológicos, ya que presentaron altos niveles de contaminación en sus manos, mostrando resultados casi incontables en el microorganismo estudiado el cual es coliformes.

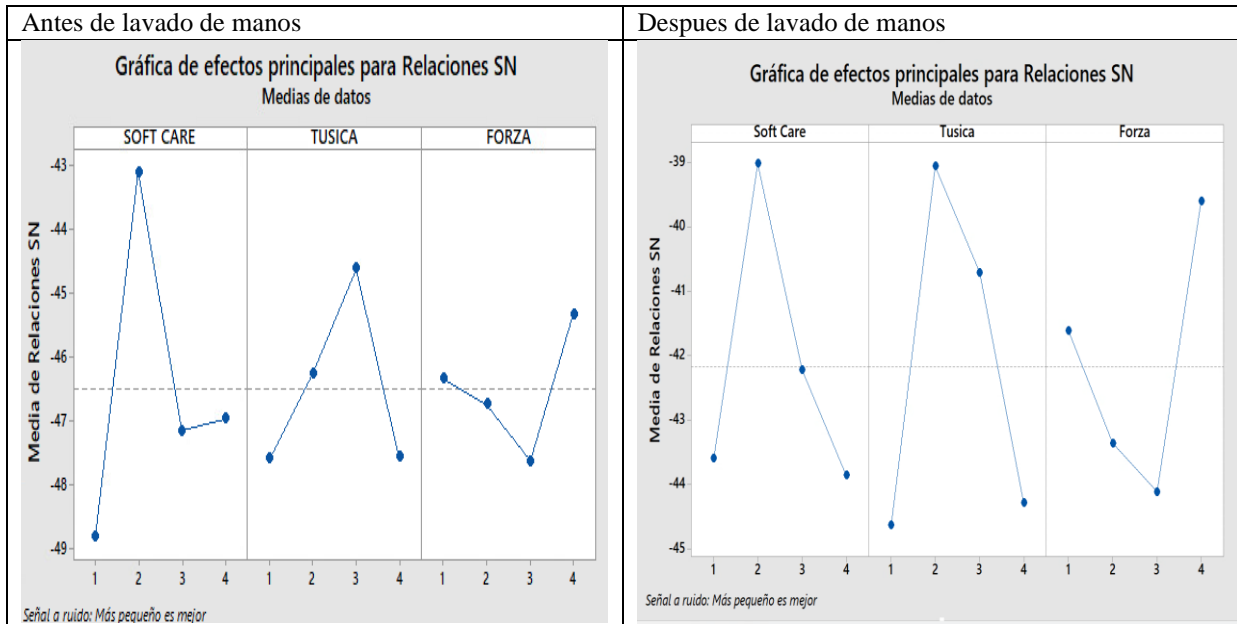


Gráfico 6. Relación de medias para recuento de Coliformes

Después del lavado de manos se pudo analizar que el jabón soft care fue el único que alcanzo a erradicar toda la carga microbiana en todos los operarios analizados, ya que al realizar el correcto lavado de manos los resultados microbiológicos obtenidos fueron 0UFC/1ml, ajustándose al plan interno de la planta de producción estudiada, ya que este microorganismo debe estar ausente.

Conclusiones

Tras el estudio y análisis del experimento, se evidencia la utilidad del método Taguchi para optimizar el diseño experimental según los objetivos específicos del estudio, para encontrar el mínimo valor. Este enfoque permitió identificar y seleccionar la combinación de factores y niveles que resultaron en el valor mínimo deseado. Al obtener los resultados e interpretar los gráficos de la hipótesis planteada se pudo deducir que un lavado de manos no garantiza la eliminación o disminución de la carga microbiana con cualquier tipo de jabón, por lo tanto se debe evaluar el principio activo y concentración de los jabones que se van a utilizar para el personal que trabajara en planta, más si es una industria alimentaria donde debe garantizar la inocuidad del trabajador, del producto y del proceso, así mismo esta hipótesis nos permite identificar la efectividad de los jabones utilizados durante esta investigación. Al analizar los gráficos se identificó que el jabón que erradico por completo los coliformes, y presento recuento inferior a <10UFC/1ml de mesófilos fue Soft Care, este producto es el adecuado para incorporar en la industria porque garantiza la inocuidad de los trabajadores. Por otra parte, se pudo analizar el comportamiento de los otros dos jabones; El Tusica disminuía la carga bacteriana pero no cumplía con las especificaciones microbiológicas, y Forza no ejercía casi que ningún efecto en la eliminación de la carga microbiana, por lo tanto, esta hipótesis si Cumplió con nuestro objetivo principal.

Referencias

- [1] Y. C. Mendoza Moncada y L. M. Arero, «Aplicación del método de bioluminiscencia para medir eficiencia en la higienización en la planta de arepas alimentos polar,» Repositorio Institucional UNAD, Bogotá, 2019.
- [2] F. E. Osorio Criollo y F. Herrera Céspedes, «Implementación de Manuales para la Planta de Torrefacción del Grupo Asociativo de Café Especial de Tarqui Huila,» Repositorio Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Pitalito, 2019.
- [3] P. OPS, «Inocuidad de alimentos,» PAHO, [En línea]. Available:

- <https://www.paho.org/es/temas/inocuidad-alimentos>. [Último acceso: 01 Mayo 2024].
- [4] Gobierno de Colombia, «Ministerio de Salud y protección social "Salud Pública, Calidad e Inocuidad de alimentos",» Octubre 2013. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/>. [Último acceso: 30 Abril 2024].
- [5] J. Gaviria Giraldo y E. J. Corpas Iguarán, «Evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias e implementación de un programa de limpieza y desinfección en una cafetería universitaria,» *Revista Alimentos Hoy*, vol. 24, n° 38, pp. 62-78, 2016.
- [6] F. OPS, «Portal de conocimiento FAO Beta, Manual para manipuladores de alimentos: alumno,» 2016. [En línea]. Available: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i7321en>. [Último acceso: 25 04 2024].
- [7] D. F. Guzmán Cupaja y A. Y. Urbina Angarita, «BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE VEGETALES,» *Sistemas de producción agroecológicos*, vol. 12, n° 1, pp. 117-136, 2021.
- [8] N. Aportela López, Y. Puig Peña, A. Camejo Jardinez, Y. Ferrer Marquez y M. Ramón Corria, «Calidad microbiológica de alimentos y contaminantes microbianos en manipuladores y superficies en una mesa buffet,» Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y microbiología, Guantánamo, 2021.
- [9] E. D. Ortega Checa, *Efecto antimicrobiano de un jabón sanitizante a base de ácido láctico y jengibre para desinfección de áreas de expendio cárnico*, Guayaquil, Ecuador: Centro de información agraria, Universidad Agraria del Ecuador, 2023.
- [10] L. E. d. Silva, W. d. S. F. d. Santos y M. G. S. Viana, «Análise microbiológica das mãos de manipuladores de alimentos,» *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, vol. 10, n° 1, pp. 15-20, 2020.
- [11] C. Ramírez Espinoza, I. Guayan Ardila, J. Vaca Gonzalez, V. Velásquez Acosta, T. Lara Duran y M. Pérez Coronado, «Efectividad de la técnica de lavado de manos en trabajadores del equipo quirúrgico en el Hospital Universitario Clínica San Rafael,» Repositorio Institucional Areandina, Bogotá, 2022.
- [12] OPS, PAHO, «La higiene de manos salva vidas,» PAHO, 17 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.paho.org/es/noticias/17-11-2021-higiene-manos-salva-vidas>. [Último acceso: 24 Abril 2024].
- [13] R. R. Benavidez-Ordóñez, X. Ceron, A. Erazo-Narvaez, A. Fernandez-Ortega, P. Insuasty-Portilla y M. Padilla-Muriel, «Evaluación De La Efectividad Del Protocolo De Lavado De Manos, Para La Eliminación De Bacterias En La Clínica,» Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia, San Juan de Pasto, 2020.
- [14] C. Bischofberger, J. Criado, A. del Cura, T. Giménez, A. Haro, I. Hernández, F. Jaén, R. Medrano, M. Lizan, J. Molina, L. Parra, H. Rebollo, A. Sacristán, D. Troncoso y M. Valderrama, «Guía de uso de desinfectantes en el ámbito sanitario,» *Revista Española de Medicina Preventiva y Salud Pública*, vol. 24, n° 4, pp. 17-81, 2019.
- [15] G. d. Colombia, *Ministerio de Salud y protección social: Resolución 2674*, Bogotá, 2013.
- [16] CDC, «Centers for disease control and prevention: Cuándo y cómo lavarse las manos,» CDC, 23 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.cdc.gov/>. [Último acceso: 29 04 2024].
- [17] A. P. Sequeira Bustamante, «Evaluación de la eficacia de diferentes métodos de lavado y desinfección de manos sobre la reducción de Escherichia coli y Staphylococcus aureus, y capacitación posterior del personal del Área de Servicios de Nutrición de hospitales,» Repositorio SIBDI-UCR, San José, 2016.
- [18] H. M. Delgado Angulo, «Diseño de una guía de estándares para la Gestión de la Inocuidad Alimentaria y la prevención de infecciones por COVID-19 entre colaboradores y comensales, en los Servicios de Alimentación al Público del Sector Turístico,» Biblioteca de Universidad para la Cooperación Internacional, Guanacaste, 2021.
- [19] K. Torres, «Conocimiento sobre higiene en la manipulación de alimentos en relación con la carga microbiológica en manos de las socias que manipulan alimentos en los comedores populares del distrito de Juliaca, Puno,» *Red de repositorios latinoamericanos*, 2015.
- [20] C. S. Claudio-Rojas, «Evaluación microbiológica de manipuladores de alimentos,» 2016.
- [21] L. González Montiel, M. J. Franco Fernández, C. Sánchez Hernández y J. M. Campos Pastelín, «Calidad microbiológica del jabón líquido de dispensadores recargables y evaluación de su eficiencia en el lavado de manos,» *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 4, pp. 986-994, 2019.