

INFORME #1 TRABAJO FINAL.

Andrea Serrano¹, Juan Camilo Pulgarín², Alexander Ríos³ y Juliana Zuluaga⁴

Fecha de entrega: 15 – 12 – 2021

1. Reconocimiento y planteamiento del problema:

1.1. Objetivos:

La presente experimentación se realiza con el fin de evaluar la efectividad de productos caseros para remover diferentes tipos de manchas en diferentes tipos de telas.

Los objetivos que se quieren verificar son:

- Identificar si entre los productos seleccionados, alguno presenta una mayor efectividad para el desprendimiento de manchas.
- Determinar si la capacidad para la remoción de manchas de los productos caseros depende del tipo de mancha y el tipo de tela, o si por el contrario, es independiente de alguna de estas.

1.2. Descripción del proceso y presentación de antecedentes relevantes:

Los primeros lavados eran completamente artesanales, la ropa se llevaba a las cuevas de los ríos y allí se hacía el trabajo de lavar ropa, se empleaba principalmente agua. Tiempo después se dio el desarrollo del jabón y de los lavaderos que facilitaron la forma de lavar ropa. Existen muchos tipos diferentes de productos para lavar ropa, pues existen diversos tipos de mugre. Las manchas se pueden agrupar aproximadamente en cuatro categorías diferentes; enzimática (como manchas de sangre o hierba), oxidable (manchas como café o té), graso (mantequilla o aceite) y particulado (las típicas manchas de suciedad corrientes).

Es importante identificar que existen algunos factores que pueden afectar de manera directa la efectividad de los productos (o combinaciones de estos) para quitar manchas. Se considera que factores como el tipo de tela y tipo de mancha pueden cambiar los resultados de desprendimiento de manchas para diferentes productos que tienen esta finalidad. Para esta experimentación se tomarán dos diferentes tipos de tela que son algodón y lycra, también se tienen dos tipos de manchas que son de café y salsa de tomate ya que son unas de las manchas más comunes. Por otro lado, se proponen dos tipos de quitamanchas de diferentes marcas que se pueden conseguir en dos de los supermercados más comunes hoy en día que son el D1 (quitamanchas bonaropa) y Justo y bueno (quitamanchas sin marca especificada).

Las manchas en los tejidos son generalmente lípidos. Los lípidos son una familia de biomoléculas fundamentales para la constitución de los seres vivos y comparten la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, pero no en agua. La palabra “lípidos” proviene del vocablo griego lipos, que significa “grasa” o “manteca”.

Debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfipático) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares. Como consecuencia de esto, los jabones tienen las siguientes propiedades: Poder detergente o capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.); poder emulgente o capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa; y poder espumógeno que da lugar a la formación de espuma.

El poder detergente del jabón se debe a que la cadena hidrocarbonada, lipófila, disuelve las gotas de grasa, responsables de la suciedad, y la parte polar, hidrófila, arrastra las gotas de grasa, solubilizando conjunto al agua y arrancando la suciedad de la superficie.

¹ Estudiante de Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

² Estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

³ Estudiante de Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

⁴ Estudiante de Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín



Figura 1. Estructura del jabón.

Por otro lado, poder realizar mediciones cuantitativas es básico para verificar la eficiencia de los productos caseros sobre los tipos de tela y de manchas. Es por lo anterior que se van a comparar las manchas sin aplicar ningún tipo de producto casero quitamanchas con la tela manchada después de aplicar los productos quitamanchas por medio del Mean Gray Value (Valor medio de grises) de una imagen de 8 bits en escala de grises tomada de la mancha, la cual muestra la luminosidad promedio de cada píxel en una imagen demarcada, esta medición se realiza por medio de un programa para PC llamado ImageJ (Información completa en la Tabla 1)

2. Variable(s) respuesta y cómo puede ser medida:

El método que se utilizará para cuantificar de forma numérica el desprendimiento de las manchas en los diferentes tipos de tela debido a las diferentes combinaciones caseras de productos, es en base al uso de un programa de computador llamando ImageJ, del cual se usará la medida del valor medio de grises en cada píxel de una imagen (luminosidad), esto permitirá comparar el valor medio de grises en cada píxel de una imagen tomada de la mancha al aplicar algún producto casero quitamanchas con la imagen tomada al no aplicar ningún producto casero quitamanchas. De acuerdo a lo anterior, la variable respuesta medida es la diferencia entre el mean gray value (valor medio de grises) para la imagen de la mancha al aplicar algún tratamiento casero (MGV_1) y el mean gray value (valor medio de grises) para la imagen de la mancha cuando no se aplica algún tratamiento casero (MGV_0), es decir:

$$Y = MGV_1 - MGV_0 \quad (1)$$

$$\text{Mean Gray Value} = \frac{\text{Integrated Density}}{\text{Area}} \quad (2)$$

Donde:

Integrated Density es la suma de los valores de tonalidades de gris que tiene cada uno de los píxeles en una imagen.

Área es el total de píxeles dentro del área demarcada.

Es importante tener en cuenta que $MGV_1 \geq MGV_0$ ya que la imagen tomada para la mancha sin aplicar productos caseros para removerla será más oscura que la imagen tomada al aplicar las combinaciones de productos caseros.

Tabla 1: Variable respuesta.

Variable respuesta. (Unidades)	Nivel de operación normal y rango.	Precisión de medida.	Relación de la variable con el objetivo experimental.
$MGV_1 - MGV_0$ (Tonos de grises (luminosidad))	Se tienen 0 tonos de gris cuando la imagen es totalmente negra (luminosidad nula) y un máximo de 255 tonos de gris cuando la imagen es totalmente blanca (luminosidad máxima). Por tanto, el rango de la variable respuesta está entre 0 y 255.	Las imágenes sobre las manchas que se utilizarán están en escala de grises de 8 bits, donde cada píxel representa la luminosidad de la imagen en una coordenada determinada, sin embargo no se tiene conocimiento de la precisión del programa al realizar las mediciones del mean gray value, pero a medida que la imagen tiene más píxeles (Cuantificable con el programa	Comparación de telas manchadas con aplicación de tratamientos quitamanchas caseros con respecto a telas manchadas cuando no se aplican los tratamientos quitamanchas.

		ImageJ) ésta guardará más información sobre su luminosidad y por tanto se tendrá una mejor medición del Mean Gray Value.	
--	--	--	--

3. Factores a considerar en el experimento:

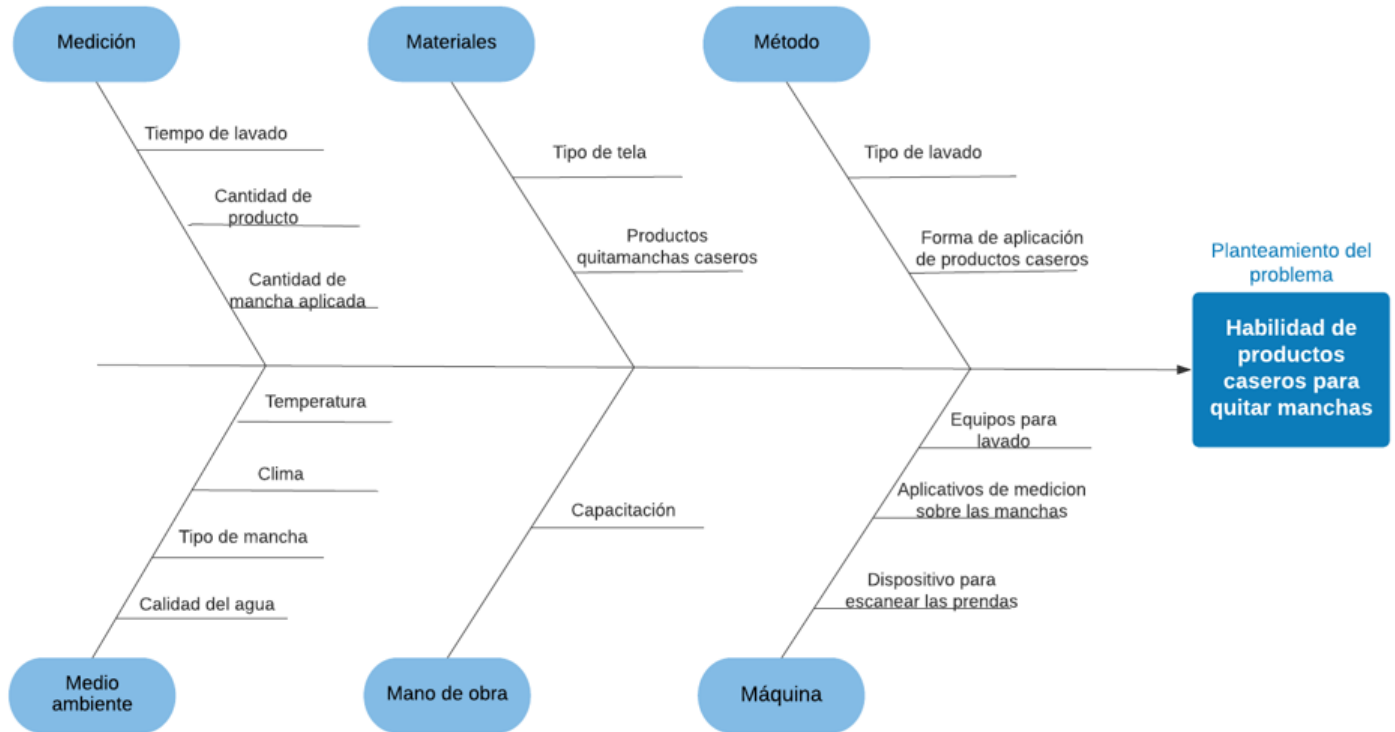


Figura 2: Diagrama de Ishikawa

a. Factores controlables:

Tabla 2: Factores controlables.

Factores controlables (Unidades)	Nivel normal y rango	Medida, precisión y error de configuración (¿Cómo se conoce?)	Ajustes propuestos, basados en efectos predichos (niveles).	Efectos predichos o conocidos sobre las variables respuesta.
Productos quitamanchas (Mililitros)	Existe una opción muy amplia de productos caseros para la remoción de manchas en el mercado, para el experimento, se seleccionaron 2 de ellos. La cantidad de líquido quitamanchas que debería ser usado, varía de un producto a otro por recomendación de su fabricante.	No aplica	Para este factor se seleccionaron dos niveles A_1 : Quitamanchas Bonaropa (Figura 3) y A_2 : Quitamanchas sin marca del supermercado Justo y bueno (Figura 4)	Disminución en la intensidad de cada uno de los píxeles para la imagen tomada de la tela manchada, lo que queda representado por MGV_1 , es decir, disminución de la intensidad de la mancha.
Tipo de tela (Centímetros)	Existe una amplia variedad de tipos de telas presentes en el mercado, para el experimento se seleccionaron dos de las más utilizadas.	No aplica	Para este factor se seleccionaron dos niveles B_1 : Algodón y B_2 : Lycra.	Se espera que la habilidad de productos quitamanchas sea independiente del tipo de tela.
Tipo de mancha	Existen muchos tipos de manchas, las cuales pueden ser enzimáticas, oxidables, grasas y particuladas.	No se conoce	Para este factor se seleccionaron dos niveles C_1 : Café y C_2 : Salsa	Algunos tipos de manchas pueden ser más intensas que otras, por lo

	Para el experimento se seleccionaron dos de las que ocurren de manera común.		de tomate.	que las mediciones del MGV_0 tendrían un valor más bajo para este tipo de manchas.
--	--	--	------------	--



Figura 3: Quitamanchas del supermercado D1.



Figura 4: Quitamanchas del supermercado Justo y Bueno.

Dado que los niveles de los factores no fueron elegidos de manera aleatoria, sino a criterio del experimentador, entonces, el experimento consiste en tres factores de efectos fijos que serán el producto casero aplicado, tipo de mancha y tipo de tela.

b. **Factores mantenidos constantes:**

Tabla 3 : Factores mantenidos constantes.

Factor	Nivel experimental deseado y rango permisible	Precisión de la medición.	Cómo controlar en el experimento.	Efectos anticipados
Cantidad de producto aplicado.	El único nivel permisible para el experimento será la cantidad en [ml] de líquido recomendado por el fabricante, estos recomienda usar 145 ml para una carga grande de ropa. Por tanto, para la experimentación se propone, para ambos detergentes líquidos (A_1 y A_2), una cantidad de 7ml para aplicar sobre las manchas.	Para obtener la cantidad necesaria de líquido quitamanchas se usará una jeringa de 10 ml, cuyo límite de tolerancia es de $\pm 4\%$	Habrà una única persona que se encargará de dosificar la cantidad de líquido quitamanchas deseada. Se contará con dos jeringas, una para cada líquido quitamanchas, evitando así una posible contaminación.	Dado que se están siguiendo las recomendaciones de las marcas al momento de determinar la cantidad de líquido quitamanchas a usar, se espera que su efecto sea el máximo posible bajo las condiciones planteadas en el experimento para remover las manchas.
Tipo de lavado	Para el experimento se permite un solo tipo de lavado el cual consiste en poner a remojar en medio litro de agua la pieza una vez se ha aplicado el producto quitamanchas.	Para realizar la medición de la cantidad de agua para el remojo se utilizara una jarra medidora, no se conoce la precisión de medición de ésta.	Cada tela manchada deberá ser remojada teniendo agua limpia para cada una de ellas, esto con el fin de que no haya contaminación.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.
Tiempo de lavado	El tiempo de lavado (en este caso remojo) se mantendrá constante y será de 30 min	Para la medición del tiempo de lavado se usarán cronómetros digitales, la incertidumbre asociada al mismo es de $\pm 0.05\%$	Habrà una persona encargada de medir el tiempo de lavado y encargarse de sacar el trozo de tela a tiempo.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.
Temperatura del agua	La temperatura de los materiales se mantendrá constante a nivel ambiente.	No aplica.	No aplica.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.

Cantidad de mancha aplicada a la tela.	Para cada uno de los tipos de manchas (Café y salsa de tomate), se tomarán 3.4 ml para aplicar sobre las telas, la especificación del procedimiento de cómo se realizará el manchado está en la sección 5.	Para obtener la cantidad necesaria de cada uno de los tipos de manchas se usará una jeringa de 10 ml, cuyo límite de tolerancia es de $\pm 4\%$	Habrà una única persona que se encargará de dosificar la cantidad de cada tipo de mancha. Se contará con dos jeringas, una para cada tipo de mancha, evitando así una posible contaminación.	Ninguno.
Forma de la aplicación de productos caseros	Para medir la cantidad usada se usará un vaso para todas las prendas.	Existen innumerables formas de aplicar la mancha tanto en formato (área en cm^2) o en cantidad (en gramos).	Habrà una persona encargada de medir el tamaño de la mancha aplicada a la prenda de vestir.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.
Capacitación	Se espera que la capacitación del personal sea homogénea para reducir la variabilidad de los resultados del experimento.	No aplica.	Habrà una persona encargada de hacer el experimento.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.
Equipo de lavado	Se espera que el equipo de lavado sea homogéneo para reducir la variabilidad de los resultados del experimento.	No aplica.	Habrà una persona encargada de realizar el lavado de la prenda.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.
Aplicativos de medición sobre las manchas	La calidad es constante ya que se utilizará el mismo aplicativo (ImageJ)	No aplica.	No aplica.	Controlar el ruido que podría generar este factor en el experimento.

Algo para tener en cuenta, que se puede considerar constante, es la capacitación ya que para el caso concreto del experimento no se necesita de ningún tipo de habilidad para lavar los tejidos propuestos.

Por otro lado, como la técnica de lavado que se quiere probar es el remojo no se utilizara ningún tipo de máquina para el lavado, esto se menciona porque en la Figura 2 se propuso un posible factor que fue el equipo de lavado. Además, cuando se menciona en la Figura 2 aplicativos de medición sobre la mancha se quiso decir el efecto de la precisión del programa para PC que se usará para realizar las mediciones sobre las imágenes de las manchas, cuya especificación se menciona en la Tabla 1.

c. Factores de ruido:

Tabla 4: Factores de ruido.

Factor	Precisión de la medición	Estrategia para su control	Efectos anticipados
Clima	No se conoce.	Aleatorización de las corridas experimentales	El efecto generado por la cantidad de polvo en el ambiente y la radiación solar.
Calidad del agua	Se supone potable.	Aleatorización de las corridas experimentales	Suciedades que afectan la limpieza de la mancha.

4. Unidades experimentales y regla de asignación de las unidades experimentales a los tratamientos:

Para el diseño de este experimento se tuvieron en cuenta tres factores de efectos fijos que son: Tipo de productos quitamanchas, tipo de tela y tipo de mancha, las cuales se pueden ver en la siguiente tabla. Para cada factor se cuenta con 2 niveles y en total se tienen 8 tratamientos, los cuales se replicarán dos veces cada uno. En general se tienen que realizar 16 corridas experimentales. Para este caso se utilizará una estructura de diseño completamente aleatorizada (DCA).

Tabla 5: Factores y tratamientos.

A: Tipo de productos quitamanchas	C: Tipo de mancha de café.		C: Tipo de mancha de salsa de tomate.	
	B: Tipo de tela		B: Tipo de tela	
	Algodón	Lycra	Algodón	Lycra
Bonaropa (D1)				
Sin marca (Justo y Bueno)				

Debido a la forma como se va a plantear la regla de asignación de las unidades experimentales a los tratamientos, que se explicará más adelante, la unidad experimental quedará definida como la combinación entre el trozo de tela y el vaso sobre el que se hace el manchado de la misma.

Se toman 4 vasos iguales como se muestra en la Figura 5, estos se usarán para manchar las telas poniéndolas encima de cada vaso y se aseguran con una liga de goma de manera que la mancha tome la forma circular de la boca del vaso. En base a lo anterior se generan las asignaciones de las unidades muestrales para cada tratamiento. En primer lugar se aleatorizan las réplicas que se realizarán para cada tratamiento poniendo en una bolsa papeles pequeños con la siguiente sucesión de números 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8, es decir, la bolsa contendrá 16 papeles con cada número del 1 al 8 repetido dos veces. De esta bolsa se sacan uno a uno los papeles para obtener el orden aleatorio en el que se aplicará cada réplica por tratamiento. Luego se generan las etiquetas que se observan en la Figura 5 para cada vaso, estas se crearon contando en orden desde el vaso 1 al 4 y después repitiendo el conteo desde el 5 hasta el 8 y así sucesivamente hasta llegar al número total de corridas que son 16. Ahora, para asignar cada una de las unidades experimentales a los tratamientos se generan 16 números aleatorios sin reemplazo (del 1 al 16) en el programa estadístico R y de acuerdo a los números arrojados, un trozo de tela determinado será asignado a alguno de los cuatro vasos para el cual uno de los números de su etiqueta coincida con uno de los números aleatorios generados, para luego proceder a ser manchada y luego dejada en remojo con un tipo de mancha y detergente líquido determinado.



Figura 5: Asignación de U.E. a los tratamientos.

5. Procedimiento experimental, mediciones y dificultades anticipadas:

Se sigue el siguiente procedimiento en la experimentación:

En cada una de las 16 corridas experimentales se toma un trozo de tela y se asegura con una liga de goma sobre uno de los cuatro vasos de acuerdo a la asignación aleatoria realizada. Luego se procede con una jeringa de 10 ml. a aplicar los 3.4 ml. de un tipo de mancha determinado (café o salsa de tomate), esta se aplicará vertiendo la sustancia en el centro de la tela y se esparce de forma homogénea con una cuchara, hecho esto se deja secar la tela con la mancha durante 10 minutos y se escanea esta sin aplicar ningún tipo de detergente líquido, se ingresa la imagen al programa de la PC ImageJ para obtener el MGV_0 .

Es importante indicar que en 60 ml. de agua se van a diluir 15 gramos de café (Una cuchara de café) para aplicar sobre la tela y la salsa de tomate se aplica de forma directa sin ser diluida.

El paso siguiente es aplicar de forma directa el detergente líquido sobre la mancha y se deja actuar por 5 minutos, después de esto la tela manchada se deja en remojo en medio litro de agua durante 20 minutos, para después sacarla del agua y dejarla secar colgada a la intemperie durante 30 minutos, al pasar este tiempo la tela manchada se descuelga y se escanea para poder obtener la medición del MGV_1 .

Los materiales que se utilizarán para el proceso experimental son:

- Cuatro vasos iguales y ligas de goma.
- Tela de algodón y lycra (Cantidad adecuada para obtener 8 pedazos de 15x15 c.m. para cada tipo).
- Café, salsa de tomate y agua.
- Programa ImageJ y escáner.
- Cuatro recipientes para realizar el remojo (Que puedan contener un litro de agua).
- Jarra medidor de agua.

- Dos jeringas de 10 ml.
- Ganchos para colgar las telas.
- Computador y celular.
- Detergentes líquidos de las Figuras 3 y 4.

Para este experimento no se identifican regiones de experimentación ilegales, ya que se utilizan detergentes líquidos sin combinarlos con ningún otro químico que pueda generar reacciones peligrosas.

Para guardar la información recolectada se tiene el siguiente formato:

Tabla 6: Formato de registro de información.

Réplicas de tratamientos.	Asignación de unidades experimentales a tratamientos.	MGV_0	MGV_1	$Y = MGV_1 - MGV_0$
En este lugar se ponen, en el orden aleatorio explicado en la sección 4, las réplicas para cada uno de los 8 tratamientos.	Aquí se ponen las asignaciones aleatorias de unidades experimentales a tratamientos explicada en la sección 4.	Aquí se ponen los Mean Gray Values para telas manchadas sin aplicar ningún tipo de detergente líquido.	Aquí se ponen los Mean Gray Values para telas manchadas al aplicar algún tipo de detergente líquido.	.

6. Experimento piloto:

La finalidad de la realización del experimento piloto es probar si el proceso experimental planteado en la sección 5 es realizable, además se quiere comprobar el tiempo necesario para llevar a cabo cada corrida experimental. De igual manera se tuvo como objetivo tener una mayor práctica con la herramienta ImageJ para realizar las mediciones sobre las imágenes escaneadas de las manchas. Por los objetivos planteados sólo se utilizó el detergente líquido Bonaropa. Se llevaron a cabo 4 corridas experimentales así: tela lycra manchada con salsa de tomate y con café, además se tuvo tela de algodón manchada con salsa de tomate y café.



Figura 6: Telas manchadas en vasos.

Tabla 7: Datos de experimento piloto.

Réplicas de tratamientos.	Asignación de unidades experimentales a tratamientos.	MGV_0	MGV_1	$Y = MGV_1 - MGV_0$
Rep1. Tela de lycra con Salsa de tomate	Vaso 2	226.862	250.255	23.393
Rep1. Tela de algodón con café.	Vaso 1	224.658	250.932	26.274
Rep1. Tela de algodón con Salsa de tomate.	Vaso 4	182.610	248.901	66.301
Rep1. Tela de lycra con café.	Vaso 3	243.033	250.343	7.31

En primer lugar se puede concluir que con la realización del experimento piloto se mejoró la experiencia al momento de generar las mediciones por medio del programa ImageJ, en especial al momento de delimitar la mancha.

Por otro lado, se observa que para ser más precisos en obtener la variable respuesta se debe mejorar la técnica de aplicación de la mancha sobre el vaso para que quede de forma circular y más homogénea, así se puede delimitar de una mejor manera en el programa ImageJ. Otro tema observado es que al momento de escanear las manchas es importante mantener las telas tensadas para que la imagen no tome ningún tipo de sombra que pueda contaminar la medición del Mean Gray Value de la imagen.

En cuanto a la mancha de café, se concluye que la concentración de la misma es baja, por lo tanto se decide aumentar esa concentración diluyendo 15 gramos de café en 45 ml. de agua para que la mancha sea más fuerte y evaluar de una manera más real la situación de la tela manchada.

En general el proceso no resultó ser complicado debido a la forma como se planteó la asignación de unidades muestrales a los tratamientos por medio de los cuatro vasos en donde se manchan las telas, además se observó posible la obtención de las 16 corridas experimentales en la experimentación final.

7. Especificación del modelo estadístico, análisis o pruebas a realizar y tamaños de muestra:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\lambda)_{ik} + (\beta\lambda)_{jk} + (\alpha\beta\lambda)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (3)$$

Donde α_i , β_j y λ_k denotan respectivamente los efectos fijos de los factores producto quitamanchas, tipo de tela y tipo de mancha en sus correspondientes niveles i, j, k , sobre el promedio global de la mancha removida

$(\alpha\beta)_{ij}$ Es el efecto sobre el promedio global de la mancha removida, producto quitamanchas y tipo de tela, en sus respectivos niveles i, j .

$(\alpha\lambda)_{ik}$ Es el efecto sobre el promedio global de la mancha removida, producto quitamanchas y tipo de mancha, en sus respectivos niveles i, k .

$(\beta\lambda)_{jk}$ Es el efecto sobre el promedio global de la mancha removida, tipo de tela y tipo de mancha, en sus respectivos niveles j, k .

$(\alpha\beta\lambda)_{ijk}$ Es el efecto sobre el promedio global de la mancha removida, debido a la triple interacción de los tres factores, en sus respectivos niveles i, j , y k .

Se asume errores aleatorios $\varepsilon_{ijkl} \sim iid N(0, \sigma^2)$ y para efectos de estimación por mínimos cuadrados se impone como

restricciones que $\sum_{i=1}^3 \alpha_i = \sum_{j=1}^3 \beta_j = \sum_{k=1}^2 \lambda_k = 0$ y además las sumas de las tres interacciones dobles y de la triple sobre cualquiera de los índices i, j y k , son iguales a cero.

Tamaño de muestra:

En el experimento cada tratamiento será replicado 2 veces, por tanto, en total se realizarán 16 corridas experimentales.

Pruebas a realizar:

- Existe componente de interacción triple significativa para el modelos: Acá se desea determinar si la capacidad para la remoción de manchas de los productos caseros depende del tipo de mancha y el tipo de tela

$$H_0: (\alpha\beta\lambda)_{ijk} = 0 \text{ para todo } i=1, 2, 3 \text{ } j=1, 2, 3 \text{ y } k=1, 2$$

$$H_1: \text{algún } (\alpha\beta\lambda)_{ijk} \neq 0$$
(4)

En caso de encontrar que no existe una interacción triple significativa para el modelo interesa realizar los siguientes análisis:

- Acá se desea probar si la capacidad de remoción de manchas para algún producto depende del tipo de tela.

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0 \text{ para todo } i=1, 2 \text{ y } j=1, 2$$

$$H_1: \text{algún } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$$
(5)

- Acá se desea probar si la capacidad de remoción de manchas para algún producto depende del tipo del tipo de mancha que se está intentando remover.

$$H_0: (\alpha\lambda)_{ik} = 0 \text{ para todo } i=1, 2 \text{ y } k=1, 2$$

$$H_1: \text{algún } (\alpha\lambda)_{ik} \neq 0$$
(6)

- Finalmente se desea conocer si la respuesta media con el producto quitamanchas 1 es estadísticamente igual a la respuesta media con el producto quitamanchas 2, sin embargo, cabe aclarar que ante una posible interacción doble o triple significativa que involucra el factor A, puede haber enmascaramiento.

$$H_0: \alpha_i = 0 \text{ para todo } i=1, 2$$

$$H_1: \text{algún } \alpha_i \neq 0$$
(7)

- En caso de que no se hayan enmascarado los efectos fijos principales del factor producto quitamanchas, se desea realizar Intervalos de confianza para determinar el producto que mejor desempeño presentó en el experimento.

$$\hat{\mu}_{i..} \pm t_{\frac{\gamma}{2}, \nu} S_{\hat{\mu}_{i..}} \quad (8)$$

Referencias

Coleman, D. E., and Montgomery, D. C. (1993). A Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment, *Technometrics*, vol. 35(1), pp.1--12

Escala de grises. HISOUR ARTE CULTURA HISTORIA. Consultado el 9 de diciembre de 2021 de <https://www.hisour.com/es/grayscale-26279/>

Basso, A. V., & Lorenzo, M. G. (2017). ¡ A lavar los platos!: Elaboración de jabón.

Megan Arnett, PhD. No Stain, No Pain!. Science Buddies. Consultado el 11 de diciembre de 2021 de <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/no-stain-no-pain>

Atencio, A., Castillo, M., Cedeño, M. Frago, M. & Thurner, Thais. Evaluación de la efectividad de los líquidos quita manchas en distintos tipos de telas, mediante el diseño experimental. Recuperado de: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1457/html>