
**“INTERFERENCIAS QUE CAUSAN LOS
PRODUCTOS COMERCIALES DE CERA Y
LAVANDINA CON LA PRUEBA FORENSE
DE LUMINOL EN BUSCA DE SANGRE”**

Alumnas: Rocío Gómez Recchini y Valentina Gertie.

Docentes: Lic. Hernán Gacio y Mg. Paula Jessurum.

Aesoras: Lic. Anabel Felisa Simonelli y Bqca. Agustina
Traverso.

FACULTAD DE CIENCIAS JURIDICAS Y SOCIALES
TECNICATURA EN CRIMINALISTICA
Universidad FASTA

Septiembre 2022

Agradecimientos

A la Universidad FASTA quien gracias a sus docentes nos pudieron transmitir durante el transcurso de nuestra vida universitaria enseñanzas y conocimientos en diferentes áreas, que ayudaron en la formación profesional.

A las profesionales Licenciada Anabel Felisa Simonelli y la Bioquímica Agustina Traverso quienes gracias a las recomendaciones e insumos prestados hemos podido llevar a cabo la experimentación de nuestro trabajo.

Dentro del Departamento de Criminalística, a todos los profesores quienes nos asesoraron y apoyaron en todo momento con sus conocimientos y experiencias para poder llevar a cabo el desarrollo de nuestro trabajo.

A nuestras Gestoras de Asuntos Estudiantiles, Maria Eugenia Exilart y Pamela Moraga por ayudarnos a concretar parte de la investigación y sobrellevar todas las consultas que constantemente hacíamos, manteniendo siempre un cariño enorme.



Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, en especial a nuestros padres Marcelo Gomez y Graciela Recchini, Sergio Marcelo Gertie y Maria Victoria Etchepare, quienes han sido una pieza fundamental en nuestra formación personal como profesional, dándonos apoyo, amor, compromiso y motivación en cada momento.

A nuestros amigos y familia, quienes estuvieron en cada ocasión brindándonos su apoyo y celebrando nuestros logros como si fueran suyos.

De parte de Valentina, también hago mención a mis abuelos Rosalia y Oscar, quienes siempre estuvieron a mi lado apoyándome en cada paso que daba; y a mi hermano Mateo, por las tardes de mates y estudio.

De parte de Rocío, hago mención además a mis perritas Jazmín y Bella, quienes con su cariño y acompañamiento constantemente hicieron los días de estudio más llevaderos, ayudándome a cumplir con mis metas y objetivos profesionales; y a mi novio Anthony quien siempre confió en mis capacidades, me ayudó con mis incertidumbres y estuvo siempre para escucharme y aconsejarme.

Índice

Contenido

Agradecimientos	1
Dedicatoria.....	3
Índice.....	5
Resumen.....	8
Abstract	10
Introducción	12
Marco Teórico	16
Antecedentes del Luminol	18
¿Qué es el Luminol?	20
Formula Estructural del Luminol y su Preparación	21
Utilidad del Luminol en general y en las ciencias forenses.....	24
La Sangre	25
Componentes de la Sangre	26
Funciones de la Sangre.....	28
Propiedades físicas de la sangre	28
Recolección de la evidencia hemática	29
Aspectos de Bioseguridad de la evidencia hemática	30
Investigación de manchas de sangre	32
Pruebas preliminares para la investigación de sangre de interés forense	32
Productos de uso comercial: Cera y Lavandina.....	35
Lavandina	35
¿Qué cosas se deben tener en cuenta a la hora de desinfectar superficies con Lavandina?	36
Principio de funcionamiento	37
Historia de la Lavandina	37
Medidas de seguridad para manipular lavandina.....	38
Cera	39
Evolución de la cera	41

Composición química	42
Tipos de Ceras Comerciales.....	43
Hipótesis de Investigación.....	46
Metodología de Investigación.....	48
Análisis de Datos	52
Discusión de Resultados.....	57
Conclusiones	61
Bibliografía	64

Resumen

Se realizó la investigación de las interferencias que causan los productos comerciales de cera y lavandina con la prueba forense de Luminol en busca de sangre en el Laboratorio de la Universidad FASTA; donde se pusieron a prueba cinco marcas comerciales de cera y cinco marcas comerciales de lavandina, las cuales fueron elegidas en base a la diferenciación de precios, para evaluar si la economización de la marca era un parámetro a tener en cuenta. Las muestras de sangre tipo 0+ fueron aposentadas a manera de mancha sobre los distintos soportes de madera y cerámica previamente tratados con sus correspondientes productos comerciales, para conocer su reacción y comportamiento.

Durante el desarrollo del trabajo, se centro ante la existencia de que existen productos comerciales de cera de piso y/o lavandina que generan baja sensibilidad en la prueba forense luminol ante la búsqueda de sangre.

En base a eso, se plantearon una serie de objetivos para poder determinar la veracidad o falsedad de las hipótesis, queriendo descubrir la existencia de productos comerciales que generen falsos negativos en la sangre. Asimismo, determinar si la prueba forense Luminol es la técnica mas apropiada hoy en día, evaluando su desempeño ante las superficies que llevan un tratamiento de cera y lavandina.

Finalmente, se pudo concluir que la técnica del Luminol, es una prueba altamente eficaz y específica para la determinación de manchas de sangre que fueron aposentadas en superficies con tratamientos previos de lavandina y cera y posteriormente eliminadas con dichos productos comerciales; lo cual concluyo la refutación de nuestras hipótesis, las cuales sostenían que el Luminol tenía márgenes de error generando falsos negativos ante dichos productos; y que la misma iba a destacar cierta sensibilidad al exponerla frente a estas marcas comerciales. De esta manera, se reafirma que el uso forense del Luminol como prueba preliminar o de orientación en las escenas del crimen es exitosa.

Palabras claves: Cera – Lavandina – Luminol – Sangre – Falso Negativo.

Abstract

An investigation of the interferences caused by commercial wax and bleach products with the Luminol forensic test in search of blood was carried out at the FASTA University Laboratory, where five commercial brands of wax and five commercial brands of bleach were tested, which were chosen on the basis of price differentiation, to evaluate whether the economization of the brand was a parameter to be taken into account. The samples of blood type O+ were placed as a stain on the different wooden and ceramic supports previously treated with their corresponding commercial products, in order to know their reaction and behavior.

During the development of the work, the existence of commercial products of floor wax and/or bleach that generate low sensitivity in the forensic luminol test in the search for blood was the focus of attention.

Based on this, a series of objectives were set in order to determine the veracity or falsity of the hypotheses, aiming to discover the existence of commercial products that generate false negatives in blood. Also, to determine if the Luminol forensic test is the most appropriate technique today, evaluating its performance on surfaces treated with wax and bleach.

Finally, it was concluded that the Luminol technique is a highly effective and specific test for the determination of blood stains that were deposited on surfaces previously treated with bleach and wax and subsequently eliminated with these commercial products; which concluded the refutation of our hypothesis, which held that the Luminol had margins of error generating false negatives to these products; and that it would highlight certain sensitivity when exposed to these commercial brands. Thus, it is reaffirmed that the forensic use of Luminol as a preliminary or orientation test at crime scenes is successful.

Keywords: Wax - Bleach - Luminol - Blood - False Negative.



Introducción

En este trabajo se realizará una exhaustiva evaluación acerca de los diferentes tipos de productos comerciales de cera de pisos y lavandina en la prueba forense Luminol y su interferencia con la sangre. Como base principal, el hallazgo de sangre en las escenas del crimen juega un papel fundamental en la resolución de las investigaciones criminales. Para su descubrimiento se aplican varias pruebas orientativas, entre ellas, la del Luminol.

La prueba forense Luminol tiene un valor muy alto y sensible, lo que la convierte en una herramienta muy útil a la hora de las investigaciones forenses. Sin embargo, la utilidad de la prueba se reduce por su selectividad limitada por la sangre. Varios factores pueden interferir con la prueba y de entre esos factores fueron seleccionados dos de uso doméstico para analizar en profundidad, y poder evaluar y determinar la capacidad de esta técnica para alcanzar resultados confiables.

El Luminol funciona reaccionando con el hierro presente en la hemoglobina, (una proteína de los glóbulos rojos), dando lugar a la quimioluminiscencia azul intenso característica que oscila en un tiempo de 30 segundos a unos 3 minutos, siendo el peróxido de hidrógeno el agente oxidante.

La presente investigación ayudará a las Ciencias Criminalísticas a establecer la probabilidad de que diferentes productos comerciales de uso doméstico, generen resultados falsos negativos, haciendo un especial énfasis en la clasificación de ambos productos comerciales dentro de las bandas económicas disponibles al público.

Dicho esto, el problema de investigación se basa en si - “¿Existen productos comerciales de cera de pisos o lavandina que generen baja sensibilidad en el uso de la prueba forense con luminol en la búsqueda de sangre?” -.

Este problema surge debido a que en la práctica se encuentran a menudo manchas que por su aspecto general, su forma y su coloración son semejantes a manchas de sangre, pero no lo son; o contrariamente, sangre que ha sido eliminada y no se observa a simple vista. En casos como estos, lo que se deben realizar son pruebas preliminares, que como lo dice su nombre son pruebas que revelan la posible naturaleza de la mancha pero no la aseguran, sirven sólo para descartar.

Una vez asentada la base de la investigación, surgen de esta manera los objetivos, tanto primarios como secundarios, que son necesarios de plantearse para poder llevar con éxito el desarrollo del trabajo. Estos objetivos tienen una marcada importancia dado que a partir de ellos podemos darle una dirección y sentido a lo investigado.

Como objetivo principal, se asentó “Determinar cuáles son los tipos de marcas de cera de pisos y lavandinas que provocan resultados falsos negativos en la sangre”. Esto orienta a conocer si dentro de la variabilidad de marcas que hay en el mercado, hay una diferencia entre ellas debido a su composición que hace que a la hora de poner a prueba el Luminol, este no reaccione.

Como objetivos secundarios surgió evaluar el desempeño de la técnica de Luminol para la detección de sangre al contacto con productos comerciales que pueden inhibir su reacción. A su vez, determinar si esta prueba forense es la técnica más apropiada para la detección de sangre en escenas del crimen cuando las manchas se aposentan sobre superficies que tienen un tratamiento de cera de pisos o lavandina. Y por último, conocer los valores tanto positivos como negativos del uso de esta prueba orientativa.

A partir de ellos, podemos saber que tan efectivo es el Luminol cuando este debe implementarse en superficies que tienen tratamiento previo de productos comerciales; como a su vez determinar si es la técnica más apropiada a aplicar y por lo tanto conocer sus valores positivos y negativos a la hora de ponerla en uso.

Además de ello, se plantearon una serie de preguntas relativas para tener en cuenta a la hora de realizar la experimentación, entre ellas se destacaron: “Determinar cuál producto comercial, entre la cera y la lavandina, genera más sensibilidad en la prueba forense con Luminol, provocando de esta manera que no reaccione correctamente.”; “Establecer si por más económico que sean los productos comerciales de cera y lavandina, más sensibilidad causa en el Luminol de modo que este no reacciona con la sangre”; y “Evaluar la intensidad del brillo de la quimioluminiscencia producida por cada sustancia (cera y lavandina) en reacción con la de la hemoglobina.”

Para realizar dicha investigación se necesitó de una serie de elementos, entre los cuales se destacan: Luminol; Sangre; cinco cuadrados (20cmx29cm) de madera de pino previamente tratada; cinco cuadrados (20cmx20cm) de cerámica de piso; cinco marcas diferentes de productos comerciales de ceras para pisos disponibles en el mercado; cinco estilos diferentes de productos comerciales de lavandina disponibles en el mercado; uso del laboratorio de la Universidad FASTA.

Los pisos de madera fueron llevados al laboratorio de la Universidad con su tratamiento previo, para otorgarles una apariencia de uso cotidiano y que no sean maderas vírgenes. Posteriormente, se ubicaron manchas de sangre, en patrones alternos, mediante el empleo de una pipeta pasteur descartable. En cuanto a los pisos de cerámica, estos fueron tratados el día de la experimentación con sus respectivos

productos comerciales de lavandina. Posteriormente, se ubicaron manchas de sangre de idéntica manera que en el caso de los pisos de madera.

Luego de la toma de fotografías correspondientes con las señaléticas; se prosiguió a oscurecer toda la “escena” y rociar con el producto Luminol todas las superficies en las que se depositaron los productos comerciales de cera y lavandina, como también los patrones de sangre.

Para finalizar, se sacaron fotografías y se hicieron anotaciones de lo que se observó. Una vez concluida la experimentación, se puso en evidencia si la hipótesis planteada fue correcta o no.



Marco Teórico

Hoy en día entre las variantes de obtención de Luminol aplicable a la investigación, muchos expertos en el tema la utilizan como una prueba orientativa en la búsqueda de sangre, sobre todo cuando dichas trazas han querido ser eliminadas por el perpetrador del crimen. La marca más conocida actualmente es Bluestar Forensic, la cual puede conseguirse por medio de algunas plataformas de ventas, que es distinguida por su facilidad en el manejo del producto en comprimidos y líquidos que ya vienen listos en envases para su uso y almacenamiento.

A partir de varios estudios y artículos que se hicieron, podemos encontrar autores como *M.C. Negre Muñoz, A. Castelló Ponce, P. Gil Pitarch y F.A. Verdú Pascual*, donde demostraron que el éxito de las pruebas de ADN depende en gran medida de las técnicas de orientación que permitan su detección y previo estudio. En su trabajo estudiaron la fiabilidad de las pruebas orientativas, sobre las cuales destacaron que en muestras contaminadas los resultados que arrojan son falsos negativos, debido a la presencia de contaminantes que impide la detección de sangre.

Los siguientes autores *Shanan S, Tobe, M.Sc; Nigel Watson, Ph.D; y Niamh Nic Daeid, Ph.D*, realizaron un estudio donde utilizaron el Luminol, entre otras pruebas presuntivas, para la detección de manchas de sangre diluidas con productos para el hogar, fluidos humanos y químicos, para poder determinar los límites de detección. En esta prueba los resultados arrojaron que el Luminol tenía una sensibilidad de 1/100.000.

Por otro lado, *Webb Samantha* comparó el Luminol y el Bluestar como pruebas orientativas, con diferentes parámetros de edad, temperatura, contaminación con cloro, entre otras. Su estudio determinó que tanto el Luminol como el Bluestar detectan manchas de sangre a pesar de que tuvieran cloro, diferente edad y temperatura. En contraste, los autores *Mr. Villegas, Ml. Acevedo, J. Miranda y Ea. Pinto* evaluaron las clásicas pruebas presuntivas, para determinar su interferencia frente a diferente parámetros de soporte, temperatura y ambiente. Se demostró que las pruebas presuntivas no se ven afectadas en su mayoría por variar de soporte, temperatura o condiciones ambientales.

El French Defense Department Gendarmerie Nationale Criminal Research Institute Biology Department, menciona como algunas técnicas, como la Bencidina, Cristal Violeta, Luminol, entre otras, fueron suspendidas por la dificultad de preparación que presentan en el lugar de la escena, señalando que no sirven para detectar pequeñas cantidad de ADN. Mientras que, los autores *Castelló Ponce, M. Álvarez Segui, M. Miguel Feucht y F.A Verdú Pascual*, analizaron la sensibilidad del luminol para encontrar manchas de sangre invisibles, es decir, que han sido eliminadas. Los resultados

demonstraron que el Luminol es muy eficaz para detectar indicios de este tipo, aun cuando las manchas de sangre han sido lavadas hasta diez veces.

Por último, *J. I. Creamer, T. I Quickenden* realizaron un estudio de las sustancias que interfieren con la prueba forense del Luminol para la detección de sangre. Seleccionaron sustancias sobre la base de estilos de vida moderna, entre ellas lejía comercial, pulidores de muebles, pinturas de esmalte, entre otros. Su estudio reveló que en cuanto a la presencia de estas sustancias se debe tener cuidado cuando se usa la prueba de Luminol, debido a que pueden generar bajas intensidades de quimioluminiscencia, diferencias en el espectro de emisión y tiempo de reacción y en algunos casos falsos negativos.

A partir de las investigaciones que realizaron estos autores y en particular los últimos dos, el interés de este trabajo se basó en descubrir si productos comerciales de estilo cotidiano como la lejía, conocida bajo el nombre de lavandina, y la cera de pisos podían generar interferencias con el Luminol en la búsqueda de sangre generando falsos negativos.

Antecedentes del Luminol

El comienzo de la Quimioluminiscencia se remonta a 1928, cuando el alemán Albrecht tropezó con una extraña combinación que acababa de descubrir, 5-amino-2, 3-dihidro-1, 4 ftalacid, una sustancia que emite una tenue luz azul cuando se mezcla con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en presencia de un catalizador como cobre (Cu II), cobalto (Co III) o hierro (Fe II). Aunque la bioluminiscencia es causada por una reacción que libera energía en forma de luz que ocurre en la naturaleza, en realidad, esta reacción es posible hacerla de manera artificial utilizando sustancias químicas, que posteriormente recibieron el nombre de quimioluminiscencia (término que comienzo a extenderse para referirse a tal fenómeno).

En 1937, el químico Walter Spech, de la Universidad de Medicina Forense de Jena (Alemania), al revisar sus conocimientos tanto de química como de medicina, comenzó a utilizar el Luminol en muchos ensayos diferentes para detectar sangre en la superficie. Dichas superficies puestas a prueba fueron ladrillos, paredes y otros objetos, encontrando en ellos una gran efectividad del Luminol.

De esta manera, se llega a la conclusión de que la detección de Luminol es muy eficaz para detectar sangre en la mayoría de las superficies; y en superficies previamente limpiadas hasta cinco veces. La iniciativa de Spech surge de la escasa

colección de pistas de sangre y evidencias de las escenas del crimen, cuando los delincuentes manipulan elementos de la escena de los hechos, eliminando todo tipo de resto biológico.

En 1951, el Luminol ya se aplicaba en algunos casos como una herramienta para mejorar la investigación criminal, por lo que el Luminol se reconfiguró para una mayor efectividad y mejora tanto en los resultados como en el uso.

En el mismo año, Grodsky intentó mejorar la formulación de Alberch con una nueva mezcla a base de carbonato de sodio, perborato de sodio, luminol y agua destilada. Esta mezcla se ha convertido en la fórmula más utilizada por los investigadores para detectar rastros de sangre en las escenas del crimen.

Sin embargo, el uso de carbonato de sodio produce una reacción lenta en la oxidación de la hemoglobina, por lo que es de corta duración y carece de luminosidad. Por otro lado, una vez disueltos los agentes reactivos en agua, la vida útil de la solución es muy corta, la fórmula es muy inestable y tóxica, debido a la presencia de perborato de sodio.

En 1966, Weber propuso su mezcla para Luminol: hidróxido de sodio o potasio en un medio hidratado de agua destilada y peróxido de hidrógeno, que produce como resultado un luminol, que aunque termoplástica (sensible a los cambios de temperatura) y de vida útil muy corta; proporciona una reacción luminosa que se puede fotografiar o filmar por una cámara de visión nocturna en total oscuridad.

En 2000, Jean-Marc Lefebvre Despeaux, presidente de BlueStar, encargó a Loic Blum, PhD, profesor de bioquímica en la Universidad Claude Bernard-Lyon, que encontrara una nueva formulación basada en luminol, que eliminará todas las desventajas preexistentes. Como resultado, Blum descubrió esta nueva fórmula que más tarde se conoció como BlueStar® Forensic.

En la actualidad, existen dos variantes de la adquisición de Luminol aplicadas a la investigación; una casera a través de la fórmula de Weber, y por el otro lado, una forma comercial a través de diferentes preparados y presentaciones.

La marca más conocida en la actualidad es Bluestar Forensic, que se distingue principalmente por su eliminación parcial de los atrasos en la reacción, y por la facilidad en el manejo del producto en comprimidos y líquidos en envases idóneos para su uso y almacenamiento.

¿Qué es el Luminol?

Desde hace casi un Siglo, la investigación forense ha tenido un aliado: El Luminol. Gracias a su singularidad de emitir luz en contacto con restos de sangre, esta molécula ha ayudado a resolver una gran cantidad de crímenes.

Este producto se aplica sobre una superficie en la que se sospecha que hay restos de sangre; Si esto es así, se produce una reacción quimioluminiscente. A su vez, esta prueba permite detectar trazas de sangre, esto ayuda en el proceso para descubrir a él/los posible/s culpable/s de asesinato.

Según Cedrón, J.C. el luminol, que menciona en su revista de química titulada “*El Luminol*” (2011), es un derivado del ácido ftálico, sólido a temperatura ambiente, de color amarillo pálido, soluble en la mayoría de solventes orgánicos y ligeramente soluble en agua. Es una molécula sencilla, que se prepara comercialmente a partir del ácido 3-nitroftálico mediante la condensación de este ácido con hidracina. La reducción del grupo nitro a la amina primaria correspondiente permite la síntesis del luminol.

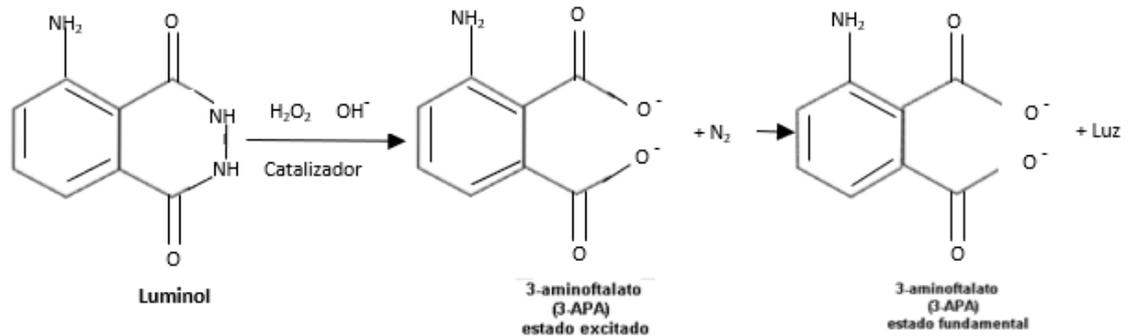
Cuando se aplica el producto luminol a un área con sangre, para que se produzca la luminiscencia es necesario primero activar el luminol. Ello se realiza preparando una solución del luminol junto con un agente oxidante, como por ejemplo, algún hidróxido, agua oxigenada, etc. el cual deberá proporcionar un medio básico.



Figura 1: Reactivo Luminol bajo luz UV. Tomado de Gizmodo ([This New Steam Technology Beats Luminol at Detecting Blood at Crime Scenes \(gizmodo.com\)](https://gizmodo.com/This-New-Steam-Technology-Beats-Luminol-at-Detecting-Blood-at-Crime-Scenes-gizmodo-com))

A su vez, bien explica Cedrón, J. C., lo que ocurre en un primer paso, es que la base atrapa los hidrógenos unidos a los átomos de nitrógeno. Luego, la reacción del dianión resultante con oxígeno molecular permite el intercambio de las amidas por los correspondientes esteres, mediante una adición cíclica. Este paso está muy favorecido dado que se forma nitrógeno molecular, un muy buen grupo saliente debido a su mínima reactividad. El peróxido formado se rompe, dando lugar al anión 3-aminoftalato. Sin embargo, tal ruptura del peróxido produce que esta molécula llegue a un estado de excitación. Esto origina que, cuando la molécula alcanza su estado basal, libere energía en forma de luz, de una coloración azul.

El uso de esta sustancia química tiene tanto sus ventajas como desventajas; Entre las principales ventajas, se encuentra el hecho de que, los reactivos necesarios para la preparación del luminol son fáciles de adquirir; Además, preparar dicha solución se realiza de manera rápida y, permite analizar los pequeños patrones de sangre, incluso si no se los puede apreciar a simple vista.



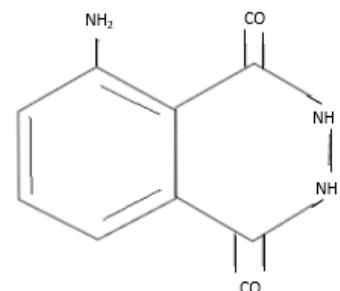
Claramente también se pueden evidenciar una serie de desventajas, como por ejemplo, el luminol puede ser considerado como una técnica que puede dañar la muestra que se va a analizar. Para prevenir eso, es necesario usar esta sustancia luego de tomar muestras para realizar otros tipos de análisis, como prueba de ADN.

A su vez, cuando se encuentra en presencia de otras sustancias químicas, esta técnica puede generar resultados falsos positivos como también falsos negativos. Por eso es importante realizar otro método que confirme la presencia de patrones hemáticos, o esperar un tiempo prudencial antes de aplicar el Luminol.

Formula Estructural del Luminol y su Preparación

El luminol ($C_8H_7O_2N_3$) tiene un peso molecular de 177,2; cristales amarillos, poco solubles en agua y alcohol, pero si solubles en éter. A su vez, tiene un punto de fusión 320° y es estable a temperatura ambiente. Es incompatible con agentes oxidantes fuertes, ácidos fuertes, bases fuertes, agentes reductores fuertes. Asimismo, es sensible a la luz y puede llegar a producir irritación en mucosas, ojos, piel, tracto respiratorio y gastrointestinal (con náusea, vómito y diarrea).

A la hora de utilizar el Luminol, dicho producto puede comprarse en químicas, o por medio de la plataforma “ADN criminalística”, el cual ya viene semi preparado, solo teniendo que agregar al componente agua destilada. Sin embargo, siempre se debe verificar



correctamente las formas de preparado existentes, ya que existen muchas fórmulas caseras para hacer luminol..

En cuanto a la elección de preparación de la misma al momento de realizar la experimentación, esta fue conversada con las asesoras, en base a la más conveniente y satisfactoria de realizar, dado que los productos que se adicionan al Luminol no eran fáciles de conseguir. Para establecer los gramos y mililitros al momento de realizar la experimentación, se realizó una regla de tres. De esta manera, la fórmula utilizada para el caso en cuestión fue la siguiente.

Fórmula uno: Es la que comúnmente se utiliza en laboratorios forenses.

- 1 gramo de perborato de sodio.
- 5 gramos de carbonato de sodio.
- 100 ml de agua destilada.
- 0,1 gramos de Luminol.

Materiales:

- 1 pulverizador con capacidad de 500 cc.

Método:

- Introducir los reactivos en polvo dentro del pulverizador (carbonato de sodio, perborato de sodio y el reactivo Luminol).
- Añadir lentamente el agua destilada.
- Taparlo bien. Agitarlo un poco. Ya está listo para usar.

Este preparado se realizó justo antes de utilizarlo, dado que su efectividad se pierde en unos pocos minutos. A su vez, una vez preparado el Luminol en el pulverizador, hubo que estar constantemente manteniéndolo en movimiento, para que el reactivo no cristalice la salida plástica del pulverizador. Es decir, para que no tapone la salida del reactivo.

Asimismo, se hace mención de otras formulas que se conversaron y se pusieron en cuestión para la experimentación. Dichas formulas son variantes de la primera y que en muchos casos se ponen en uso, dado que también son efectivas.

Fórmula dos: Otra variante en relación a la primera fórmula

- 2.20 gramos hidróxido de potasio.
- 100 ml agua destilada.
- 0.2 gramos de Luminol.

Materiales:

- 1 pulverizador con capacidad de 500 cc.

Método:

- Poner los reactivos en polvo dentro del pulverizador y el Luminol.
- Añadir lentamente el agua destilada.
- Taparlo bien. Agitarlo un poco. Ya está listo para usar.

Fórmula tres: Otra variante en relación a la segunda fórmula.

- 35 ml de agua destilada.
- 0.3 gramos de Luminol.
- 35 ml de agua oxigenada.
- 2.20 gramos hidróxido de potasio.

Materiales:

- 1 pulverizador con capacidad de 500 cc.

Método:

- Poner los reactivos en polvo dentro del pulverizador y el Luminol.
- Añadir primero lentamente el agua oxigenada.
- Añadir segundo lentamente el agua destilada.
- Taparlo bien. Agitarlo un poco. Ya está listo para usar.

Fórmula cuatro: Es más peligrosa, por ser más corrosiva, pero más eficiente porque produce más luz y durante más tiempo.

- 2 gramos de potasa cáustica (hidróxido potásico).
- 0.3 gramos de Luminol.
- 35 ml de agua destilada.
- 35 ml de agua oxigenada al 3% (10 volúmenes), la de farmacia.

Materiales:

- 1 vaso (no metálico) de al menos 250 ml.
- Una cuchara de madera o plástico para disolver.
- Un pulverizador con capacidad mínima para 100 ml.

Método:

- Poner 35 ml de agua destilada en el vaso.

- Pesar 2 gramos de hidróxido potásico, echar al agua, disolver.
- Pesar 0.3 gramos de Luminol, echar al agua, disolver bien.
- Verter 35 ml de agua oxigenada, mezclar.
- Verter con un embudo y mucho cuidado el preparado anterior en un pulverizador.
- Taparlo bien. Agitarlo un poco. Ya está listo para usar.

El hidróxido potásico (potasa cáustica) es un producto muy corrosivo, por eso debe evitarse el contacto con la piel o respirar el polvo. Asimismo, no se debe ingerir. Cuando se esté aplicando el producto con el pulverizador sobre la prueba, se debe evitar respirar el aerosol.

En caso de contacto accidental lo primero que hay que hacer es lavarse con agua la zona afectada. Las mismas precauciones se deberán tener con el Luminol que, según la etiqueta no es corrosivo pero sí irritante.

Utilidad del Luminol en general y en las ciencias forenses

El uso de Luminol en general no es muy usado, ya que no proporciona calor y la quimioluminiscencia que produce no es ilimitada como la luz eléctrica. Los productos más usados en la vida, como adornos decorativos, son las famosas barras “glow sticks”; que también son muy útiles para exploraciones en ambientes profundos.

Sin embargo, en las ciencias forenses el Luminol si es de suma importancia, ya que ayuda en la identificación de sangre como también, en la reconstrucción de los hechos.

A la hora de reconstruir lo sucedido, la sangre toma un papel importante, ya que nos indica en qué posición se encontraba el victimario o la víctima, que tipo de herramienta se utilizó, cuáles fueron los pasos del victimario y la víctima, entre otras cuestiones.

El Luminol entra en juego, cuando la escena del crimen ha sido limpiada, y no se puede realizar la reconstrucción hasta que el Luminol haya sido implementado, para precisamente hacer visibles las manchas de sangre y poder documentarlas con fotografías.

Este proceso debe llevarse a cabo en un ambiente oscuro para permitir que la luminiscencia generada por el Luminol pueda ser observada. Esta prueba es muy útil principalmente cuando las manchas de sangre son difíciles de ver o cuando se encuentran en superficies que podrían tener cierto tipo de dificultad.



Figura 2: Perito recolectando según las medidas de bioseguridad evidencia hemática. Tomado de: [¿Cómo funciona el Luminol? - UstedPregunta](#)



Figura 3: Reacción del Luminol con la sangre en la escena del crimen. Tomado de *Roskiencia* ([Quimioluminiscencia: el luminol | Roskiencia \(wordpress.com\)](#))

La Sangre

Conforme a Núñez Rodríguez, J. en su artículo “*Aportes de la Hematología al Campo Forense*”, publicado en la Revista Skopein; la sangre es un líquido de color rojizo, que circula por las arterias y venas del cuerpo de los animales y humanos. Se compone de una parte líquida o plasma y de células en suspensión: glóbulos rojos (hematíes o eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos), cuya función es distribuir el oxígeno, nutrientes y otras sustancias a las células del organismo, y recoger de éstas los productos de desechos; así como en la participación del sistema inmunológico y factores de coagulación. Cuando se encuentra en estado sólido, se describe como una mancha de color pardo rojiza de presunta naturaleza hemática.

La sangre es una de las principales pruebas biológicas que se pueden encontrar en la escena de un crimen y, por lo tanto, una de las más difíciles de obtener según la escena en cuestión. Sin embargo, cuando se analizan las escenas del crimen y se encuentran dichos suministros tan valiosos, se sabe que se puede obtener información importante para resolver el crimen.

Entre la información que se pueden obtener de las manchas de sangre se destacan:

- Ubicar la escena del crimen: Identificar sangre humana puede estipular más precisamente el área de búsqueda de sangre en la escena del crimen.
- Determinar la posible comisión de un crimen: En ocasiones, localizar sangre humana en una ruta, vereda o en un automóvil es la primera indicación de que se cometió un crimen.
- Identificar el arma empleada: El grupo de sangre humana que se encuentre en el arma empleada para cometer un ilícito, puede ser de importante valor investigativo.
- Probar o refutar la coartada de un sospechoso: Hallar sangre de origen humano en un elemento que sea propiedad de una persona sospechosa puede probar su interacción en el crimen. Sin embargo, si en el elemento analizado se detecta sangre de origen animal, por ejemplo, dicha persona puede ser desvinculada del hecho delictivo.
- Eliminar sospechosos: Poder demostrar a través de diversos ensayos que, las muestras de sangre recolectadas de diversos elementos es diferente a la de la escena del crimen, es importante para lograr la liberación del detenido.

Por lo tanto, a la hora de buscar manchas de sangre, se debe recurrir a pruebas o exámenes de orientación que demuestren que existe evidencia biológica en determinadas superficies de la escena del crimen. Es allí, donde se pone a prueba la técnica forense con Luminol.

El componente luminol reacciona con el hierro presente en la hemoglobina de la sangre, dando como resultado una quimioluminiscencia azul oscuro. Se trata de una prueba de orientación rápida y sencilla, pero al mismo tiempo tiene sus limitaciones.

Componentes de la Sangre

Como ya se mencionó anteriormente, la sangre tiene diversos componentes, entre ellos se encuentran los elementos celulares:

Eritrocitos o glóbulos rojos: Se caracterizan por captar oxígeno, logrando así entregarlo a los tejidos, y recibir dióxido de carbono para su eliminación. Por ello se puede establecer que su principal función es el transporte de oxígeno.

Debido a su alto contenido en Hemoglobina, son los encargados de brindarle el color rojo a la sangre. A su vez, cumplen funciones sólo dentro del torrente sanguíneo; y constituyen las células más abundantes.

Leucocitos o glóbulos blancos: Su función principal es defender al cuerpo contra bacterias y otros microorganismos patógenos.

Se caracterizan por ser células con capacidad migratoria, las cuales utilizan a la sangre como un vehículo para tener acceso a las distintas partes del cuerpo. A su vez, son los encargados de destruir a los agentes infecciosos y a las células infectadas; También segregan sustancias protectoras de anticuerpos, los cuales combaten a las infecciones.

Se dividen en:

1. Granulocitos: neutrofilos- basofilos- eosinofilos.
2. Agranulocitos: linfocitos- monocitos.

Plaquetas: Actúan en la coagulación sanguínea y en la retracción y disolución del coágulo. Son fragmentos citoplasmáticos anucleados, limitados por membranas. Derivan de grandes células de la médula ósea llamadas megacariocitos.

Las plaquetas desempeñan un papel fundamental en la homeostasis, es decir, el control del sangrado, por taponamiento de roturas en los vasos sanguíneos. En otras palabras, cuando se lesiona o rompe la pared de un vaso sanguíneo, las plaquetas se agregan al extremo dañado y a los componentes tisulares expuestos. Ósea, se adhieren al sitio de lesión; formando un coágulo plaquetario en el sitio de lesión y liberando así, sustancias como: serotonina y tromboplastina.

Serotonina: es un potente vasoconstrictor que causa la contracción de las células lisas de las paredes musculares de los vasos, con la consiguiente reducción local del flujo sanguíneo.

Tromboplastina: realiza una serie de reacciones conducentes a la formación de un coágulo de fibrina.

Además, la sangre está compuesta por una fase líquida donde se encuentra el *plasma sanguíneo*.

El plasma sanguíneo es una solución acuosa que contiene suspendidos a las células sanguíneas, así como a las proteínas, sales, aminoácidos, vitaminas, hormonas, etc. A su vez, constituye el material intercelular líquido que imparte a la sangre su fluidez.

Está compuesto de agua (92%), proteínas (7%), y otros materiales como las sales, desechos y hormonas, entre otros. El plasma constituye aproximadamente el "55%" de la sangre. Además, no se separa de las células sanguíneas en el cuerpo porque está en un estado constante de agitación.

Entre las proteínas del plasma se encuentran: Albúmina, Fibrinógenos y Protrombina, Inmunoglobulinas y Aglutininas.

Funciones de la Sangre

La sangre tiene diversas funciones, entre ellas se pueden apreciar:

- *Transporte:* se caracteriza por transportar una multitud de sustancias, ya sean disueltas o unidas químicamente a diferentes componentes. En otras palabras, se caracteriza por transportar oxígeno y nutrientes desde el aparato digestivo y los pulmones al resto de las células del cuerpo; También transporta los productos de desecho y el dióxido de carbono desde las células hasta el riñón y los pulmones.
- *Homeostática:* Ayuda a la regulación del estado general del cuerpo como por ejemplo el pH, la temperatura, etc. Además contribuye a la homeostasis general.
- *Comunicación y defensa:* se caracteriza por tener una función de protección frente a heridas mediante su capacidad de coagulación, y la función de defensa frente a patógenos externos o células malignas internas gracias a las células del sistema inmunitario, que utilizan la red de vasos sanguíneos para viajar a cualquier parte del organismo.

Propiedades físicas de la sangre

Luego de abandonar el cuerpo, la sangre se comporta como un fluido, y es allí cuando todas las leyes físicas se aplican.

Entre ellas se encuentran:

- *Gravedad:* Actúa sobre la sangre, ni bien ella abandona el cuerpo.
- *Viscosidad:* Es definida como la cantidad de fricción interna que sufre el fluido. Describe la resistencia de un líquido al fluir. Es la resistencia que presenta un líquido a ser deformado tangencialmente.
- *Tensión Superficial:* Se la denomina como la fuerza que le da a la sangre la capacidad de mantener su forma esférica cuando ella está en caída libre.
- *Características de vuelo de la sangre salpicada:* Se han realizado experimentos con Sangre, los cuales han demostrado que una gota va a tender a formar una esfera en su desplazamiento en el aire, además se establece que la forma “artística” de la gota o lágrima no es real.

La formación de la esfera es el resultado de la tensión superficial. Esta forma de la gota en vuelo es de gran importancia para el cálculo del ángulo de impacto de la salpicadura de sangre. El ángulo se utilizará para determinar el lugar en el cual la salpicadura de sangre se originó, el cual se denomina como Punto de Origen.

Es de vital importancia tener en cuenta que una sola gota de una salpicadura de sangre NO será suficiente para decretar el punto de origen en una escena de crimen.

Como señala Juan Santos Lovaton en su libro *“Análisis reconstructivo forense mediante patrones de manchas de sangre”* cabe mencionar cuales son los pasos a seguir para la recolección de evidencia hemática, así como también, los aspectos de bioseguridad a tener en cuenta.

Recolección de la evidencia hemática

1. Debe numerarse cada una de las manchas, después de haber anotado su posición y forma.
2. Luego perennizar por medios fotográficos, fílmicos o de croquis, las evidencias hemáticas.
3. En superficies duras y lisas, la sangre seca se raspará con una cuchilla afilada, sobre un trozo de papel blanco limpio.
4. En superficies absorbentes, la sangre seca o fresca se recogerá aplicándole unas hebras de gasa o algodón ligeramente humedecido con suero fisiológico o comprimiéndole un trozo de papel filtro. Una vez colectada la sangre se procede a airearla hasta que seque.
5. La sangre fresca no coagulada se colecta con un gotero o pipeta en un tubo bien seco y limpio al que se le adiciona suero fisiológico. Se homogeniza (invirtiendo el tubo suavemente), y se la preserva a baja temperatura o temperatura de refrigeración. Inmediatamente, en el mejor de los casos se embebe un trozo pequeño de material absorbente (papel filtro o paño de algodón o hisopo) procediéndose luego a secar por aireamiento.
6. En prendas de vestir u otros los tejidos absorbentes, si las manchas están todavía húmedas deben ser secadas a la sombra y estar bien aireadas, para no alterar las muestras para el análisis; después deben embalsarse independientemente.
7. En ningún caso deben agregarse preservadores sobre las manchas.
8. Dentro de la descripción del indicio hemático con fines de reconstrucción de la escena en base a rastros, debe especificarse: “Descripción del color, forma, posición, dirección de la salpicadura, altura estimada de caída, cantidad encontrada, fotografías que acompañen lo descrito, etc.

9. Para la remisión de muestras: todos los indicios deben embalarse secos, para evitar su descomposición o detrimento. Deben tener un embalaje de papel, en el cual se incluya un sólo indicio, para prevenir la contaminación por contacto con otros indicios.



Figura 4: Perito recolectando evidencia hemática con utilización de un hisopo. Tomado de: [Científicos de Israel desarrollan herramienta para identificar rastros de sangre en las escenas del crimen \(israelnoticias.com\)](#)



Figura 5: Análisis en laboratorio de la evidencia recolectada en la escena. Tomado de: [Químico usando microscopio en un laboratorio: fotografía de stock © tonodiaz](#)

Aspectos de Bioseguridad de la evidencia hemática

Protección del personal que manipula muestras sanguíneas. Es necesario mantener una serie de precauciones universales a la hora de manipular material biológico humano:

- Prevenir, en todo momento, el contacto directo del operario con la muestra mediante el uso de guantes, mascarillas, bata u otro tipo de ropa protectora.
- Prohibir el consumo de comidas y bebidas, así como de tabaco.
- Extremar las condiciones de asepsia y siempre que sea posible utilizar material desechable.
- Una vez concluida la recolección de muestras, tirar todo el material desechable utilizado en bolsas de basura o contenedores, para eliminarlo posteriormente según las normas de destrucción de residuos, vigentes en cada institución.
- Recomendar la vacunación al personal que está en contacto con este tipo de muestras.

- Los encargados de recoger las muestras deberán contar con cofia o capucha; cubre bocas; lentes de seguridad; traje de bioseguridad; guantes de látex, vinilo o nitrilo; y cubre calzados.

Protección de las muestras sanguíneas. Numerosos procesos pueden afectar la integridad de una muestra, estos son:

- Contaminación por material biológico humano.
- Transferencia de indicios biológicos.
- Contaminación microbiológica.
- Contaminación química.

Los procesos descritos podrían evitarse o minimizarse si se mantienen algunas precauciones básicas muy importantes como:

- Aislar y proteger, lo más rápidamente posible la escena del delito, y salvo que alguna circunstancia lo impida, los indicios biológicos deben ser los primeros en ser recogidos o analizados.
- Perennizar o documentar lo mejor posible la evidencia a base de manchas de sangre, a través de la descripción detallada, con croquis a escala, fotografiado y filmado con testigos métricos que den referencia de tamaño de las manchas de sangre.
- Usar guantes nuevos o de primer uso, estos deben cambiarse con frecuencia, especialmente cuando se manipulan indicios susceptibles de tener distinto origen.
- Evitar hablar o estornudar sobre las muestras.
- Usar mascarilla.
- Usar bata u otro tipo de ropa protectora.
- No añadir conservantes a las muestras.
- Dejar secar las muestras a temperatura ambiente, en un lugar protegido, antes de empaquetarlas para su envío definitivo al laboratorio.
- Empaquetar cada muestra por separado, en bolsas de papel o cajas de cartón evitando utilizar plástico siempre que sea posible.
- Una vez terminada la recogida de muestras, tirar todo el material desechable utilizado (guantes, pipetas, papeles) en bolsas de basura o contenedores, para eliminar los posteriormente según las normas de destrucción de residuos contaminados por material biológico.

Investigación de manchas de sangre

La investigación pericial consta de 3 etapas en caso de manejo de mancha de sangre para ADN:

1. *Búsqueda en la escena del crimen o sobre las víctimas y/o los implicados.* Se busca manchas de sangre con técnica de Luminol o de Hemident u otras técnicas, muy buenas cuando la escena ha sido limpiada para borrar evidencia.
2. *Recogida y envió al laboratorio.* Ya encontrada la mancha de sangre hay que fijarlo, identificarlo, realizar embalaje, preservación, conservación y cadena de custodia. La mejor forma para la preservación es secar la mancha de sangre a temperatura ambiente (no aplicar calor o exponerlo al sol).
3. *Exámenes analíticos y su interpretación.*

Pruebas preliminares para la investigación de sangre de interés forense

Las pruebas preliminares son pasos previos que se realizan para el estudio de ADN con el fin de poder individualizar las evidencias biológicas que se encuentran en la escena del crimen.

Según Núñez Rodríguez, J., en su Revista Skopein titulada “*Aportes de la Hematología al Campo Forense: Pruebas de Orientación y Certeza*”, las pruebas preliminares para el estudio de sangre se dividen en:

1. *Pruebas de Orientación:* Son procedimientos técnicos y científicos que aplicados a la evidencia física proporcionan una guía y orientación sobre el objeto de investigación.

Son pruebas que van a revelar la posible naturaleza de la mancha pero sin dar certeza. De esta manera, son pruebas que sirven sólo para descartar, pero no para concluir. Son sencillas de realizar, de bajo costo, muy rápidas y ayudan a seleccionar las manchas a analizar.

Se basan en la capacidad potencial que posee el grupo “Hem” de la hemoglobina para ejercer la actividad peroxidasa, aportando al sistema reaccionante, peróxido de hidrógeno, induciendo el desprendimiento del oxígeno por descomposición del peróxido, el cual actúa sobre un sustrato orgánico reducido (Bencidina, Fenolftaleína, Verde de Leucomalaquita, Luminol, Thevenon Roland-Piramidón etc.) transformándolo en su forma oxidada cromática.

Dentro de estas pruebas de orientación encontramos:

- La Fenolftaleína: Es un ácido débil que pierde cationes en solución. La molécula de fenolftaleína es incolora, en cambio el anión derivado es de color rosa.

Cuando se agrega una base, esta molécula pierde cationes formándose la Fenolftaleína y haciendo que tome coloración rosa. Siendo la fenolftaleína un indicador de pH, el cual permanece incoloro en soluciones ácidas. Es posible establecer también que, en presencia de bases se torna rosa o violeta.

Para ello, se utiliza el reactivo conocido con el nombre de Kastle-Meyer. Si al aplicar unas gotas del reactivo aparece color rosa-violeta, presuntamente es sangre; mientras que si continúa incoloro, es negativo absoluto.

- El Reactivo de Adler: Utiliza la solución de Bencidina en medio acético o etílico. En presencia de sangre da una tonalidad azul verdoso, por formación del azul de la bencidina. El uso de este reactivo está casi totalmente descartado debido a sus características cancerígenas.
- El Luminol: Es un derivado del ácido ftálico (3- aminonaftilhidracina), es un sólido verdoso poco soluble. Su mayor importancia reside en la reacción de quimioluminiscencia que se da con peróxidos en presencia de complejos de hierro como catalizadores.

Es una prueba muy popular usada para la visualización de manchas tan diluidas que son invisibles al ojo desnudo. Esta pericia es altamente sensible a la presencia de manchas que han sido limpiadas.

Este popular producto puede ser preparado en laboratorio o bien adquirido en su preparación comercial. La primera posibilidad presenta la dificultad de ser difícil de preparar y estabilizar, por lo que normalmente se adquiere comercialmente. En cualquiera de los casos, el Luminol se aplica por aspersion sobre la zona donde se cree puede existir un rastro de sangre, de donde viene su principal ventaja: se puede aplicar en extensas superficies, detectando sangre hasta a nivel de trazas.

- Reacción de Thevenon-Roland o del Piramidón: Es una disolución etanólica del piramidón. Su preparación consta de ácido acético concentrado, reactivo Piramidón y unas gotas de agua oxigenada. Si la muestra termina siendo positiva la reacción se presentará de un color violeta - azul.

2. *Pruebas de Certeza*: Son procedimientos técnicos científicos que aplican tecnología y ciencia; arrojando certeza en el resultado de la investigación. De este modo,

el proceso de investigación identifica plenamente el objetivo al cual se le aplica el método.

Estas pruebas van a permitir determinar de manera segura el tipo de resto biológico analizado, para concluir de esta manera si la sangre es humana o animal. La detección de hemoglobina en la muestra para determinación de sangre o la visualización al microscopio de espermatozoides para la determinación de semen son algunos ejemplos.

Dentro de estas pruebas podemos encontrar:

- Cristales de Hematina: Se forman cristales clorhidrato de hematina también llamados Teichman, son muy característicos por sus formas de prismas rómbicos, alargados y de color pardo oscuro. Se obtiene mayor número si se utiliza el reactivo de Gabriel Bertrand. Los cristales de yodhidrato de hematina son prismas rómbicos de color muy oscuro que se obtiene con el reactivo de strzyzouski.
- Cristales de Hemocromógeno: Normalmente suele emplearse la solución de Takayama, es una solución acuosa de glucosa a la que se añade piridina. Se obtienen cristales delgados, en formas de agujas de color amarillo-naranja.
- Las técnicas más empleadas son las basadas en la obtención de cristales de Teichman, reactivos más estables.
- Pruebas Espectroscópicas: Se busca obtener el espectro de absorción de la hemoglobina y de sus derivados. Las técnicas espectroscópicas no son tan empleadas.
- Pruebas Cromatográficas: Técnicas utilizadas para separar sustancias. Para la sangre se suele utilizar la cromatografía en capa fina (TLC), o la cromatografía sobre papel.

La posición de cada sustancia es característica de la misma y para ello se emplea el índice de retención, es el cociente entre dividir distancia que ha recorrido el eluyente desde la primera aplicación entre la distancia que ha alcanzado las muestras.

3. *Pruebas Específicas*: Estas pruebas van a permitir determinar el tipo de organismo al que pertenece el resto biológico. Una vez que se ha determinado el tipo de muestra analizado se trata de determinar si la muestra es humana o no.

Se emplean pruebas inmunológicas y se pueden dividir en:

- Pruebas “in vivo”: son pruebas que se realizan en seres vivos.
- Pruebas “in vitro”: son pruebas realizadas en tubos de ensayo o en ambientes controlados fuera del organismo. Se emplean los anticuerpos que el animal ha

generado tras inyectarle suero humano, se separa el suero con los anticuerpos y se purifica obteniendo así un anticuerpo humano.

- Técnica de la Difusión Doble y Radial de Ouchterlony: Consiste en formar un gel de agarosa. Si las proteínas de los tres pocillos han difundido radialmente y se han juntados las líneas (se unen y fusionan) es sangre humana, si las líneas se reúnen pero forman un espolón, se trata de una reacción de semi identidad, si las líneas se cruzan no es humana.
- Inmunolectroforesis: Es una herramienta de trabajo fundamental en la Criminalística, consiste en aplicar la muestra que se va estudiar en un soporte inerte que se asienta sobre una placa de vidrio y se ponen dos electros entre los extremos y se aplican un campo eléctrico.

Productos de uso comercial: Cera y Lavandina

Lavandina

El hipoclorito de sodio, lavandina o como su nombre le corresponde lejía, representa uno de los más potentes y eficaces germicidas de amplio espectro descubiertos por el hombre. Teniendo la capacidad de destruir hasta el 99,99% de los gérmenes -bacterias, virus, algas, huevos, esporas y protozoos- si se respetan las condiciones de uso correctas, como la concentración y el tiempo de contacto entre el desinfectante y el material a tratar.

En el uso cotidiano, desinfectar el hogar es fundamental para prevenir enfermedades. Hay una gran y notable diferencia entre retirar la suciedad y eliminar las bacterias y los virus que circulan por las superficies. Para llevar a cabo esa tarea, la lavandina es una aliada infaltable y presente en la mayoría de hogares.

El hipoclorito de sodio, cuya disolución en agua es conocida como lejía, cloro o lavandina es un compuesto químico, fuertemente oxidante de fórmula NaClO . Contiene cloro en estado de oxidación +1. Debido a esta característica se utiliza como desinfectante; y en otras ocasiones como blanqueador, ya que además destruye muchos colorantes.

Dentro de los usos más conocidos del hipoclorito de sodio se destacan los siguientes:

Blanqueador doméstico: El uso más frecuente del hipoclorito de sodio es como componente principal de los blanqueadores y desinfectantes domésticos e industriales.

En casas, se emplea con el objetivo de limpiar y desinfectar baños, pisos, superficies y para sacar manchas de las sábanas y la ropa. Ya que hace que las proteínas pierdan su estructura normal y formen grupos o agregados, de esta manera, mata y evita la propagación de bacterias.

La composición de este producto de limpieza para el hogar consta del 5% de hipoclorito de sodio.

Tratamiento de aguas para consumo humano: Su uso se refleja en la necesidad de eliminar de una vez la turbiedad del agua que consumen las personas. Para ello, se utiliza una concentración de hipoclorito de sodio que no sobrepase el 10%, además, la cantidad de este producto debe estar entre el 0,5 y 1 mg/l.

Es importante mencionar que no solo se usa para el tratamiento de aguas para el consumo de personas, sino que también se utiliza para el tratamiento de aguas residuales e industriales; Debido a que elimina olores desagradables y previene la propagación de bacterias y hongos.

Odontología y medicina: El uso del hipoclorito de sodio es importante en diferentes soluciones como agente de irrigación en algunos procedimientos odontológicos, debido a que ayuda a combatir la infección bacteriana, esporas, hongos y la propagación de virus. A su vez, contribuye a disolver el tejido muerto.

En concentraciones mínimas, el hipoclorito de sodio es utilizado para tratar el eczema. Además, es importante su uso para la desinfección de herramientas o materiales quirúrgicos, los cuales requieren un alto nivel de esterilización.

¿Qué cosas se deben tener en cuenta a la hora de desinfectar superficies con

Lavandina?

Todas las lavandinas pueden utilizarse para desinfectar las superficies del hogar, aunque es importante que siempre se respete el rótulo. A la hora de elegir y emplear la lavandina es aconsejable tener en cuenta:

- La concentración: Contar con una alta concentración de hipoclorito de sodio no asegura por sí sola la desinfección. La calidad de las materias primas y los procesos certificados son importantes para lograr los resultados que se esperan. A su vez, la estabilidad del producto en el tiempo es un gran factor a considerar.
- La dosis exacta de uso: Se encuentra indicada por el fabricante en el envase original, por eso siempre es importante leerlo.

- El tiempo de espera: Al igual que la dosis exacta de uso, en el rótulo aparece el tiempo necesario de contacto entre el hipoclorito de sodio y los microorganismos.

Cabe mencionar que la lavandina, así como sus productos relacionados, no son aptos para el consumo humano. Ingerirlos provocaría, irritación en el tracto digestivo, dolor abdominal, vómitos y diarrea, etc.

Principio de funcionamiento

Cuando una solución de agua y sal se atraviesa con la corriente eléctrica continua a baja tensión se obtiene inmediatamente la formación de burbujas de gas hidrógeno en el electrodo negativo y burbujas de gas cloro en el electrodo positivo.

Las burbujas de cloro, atravesando el líquido para alcanzar la superficie, reaccionan con el segundo producto de la reacción de electrólisis (el hidróxido de sodio) formando hipoclorito de sodio.

La reacción de conversión en hipoclorito se ve facilitada por un largo recorrido de subida de las burbujas de cloro y por las dimensiones reducidas de estas, factor que favorece la máxima superficie de contacto con la masa líquida.

Historia de la Lavandina

El hipoclorito de sodio, es uno de los grandes descubrimientos de la época moderna. Se obtuvo por primera vez en Javel, barrio periférico de París, por el químico francés Berthollet, que en 1785 experimentó la fórmula descubriendo su utilización y las posibles desinfectantes.

Se entiende por lejía o lavandina a la solución de hipoclorito con un contenido de cloro activo no inferior a 35 g/l ni superior a 100 g/l.

A finales del siglo XIX, momento en que Louis Pasteur descubre que los microorganismos son los causantes de las enfermedades, la lavandina tuvo el momento de máximo reconocimiento, gracias a sus propiedades como activo agente antiséptico.

Este producto constituye un poderoso desinfectante, apto para el tratamiento de aguas potables y en las líneas de envasado de la industria agroalimentaria.

Como se conoce, se usa para desinfección de todo tipo de elementos, suelos, baños, cocinas, cerámicas, sanitarios, agua verduras y hortalizas. Su método preciso y

su enérgica eficacia frente a las algas y bacterias hacen que sea el producto más adecuado para el tratamiento alguicida y bactericida.

El hipoclorito de sodio se puede conseguir a granel con porcentajes del 12 al 15 por 100 de cloro disponible, o puede ser producido en planta. La solución se descompone más fácilmente a mayores concentraciones, y se ve afectada por la exposición a altas temperaturas y a la luz solar. Por ello se debe almacenar en recintos frescos en depósitos resistentes a la corrosión.

A su vez, hay que tener en cuenta las clases de lavandina que se comercializan hoy en día. Teniendo en cuenta las clases se puede establecer una clasificación según la forma de presentación y el color.

- Segmento amarillo: Es la lejía por excelencia, adecuada para diversas aplicaciones de desinfección e higiene doméstica.
- Segmento amarillo (con registro sanitario): sólo cuando se haga constar en la etiqueta el número de registro sanitario el producto podrá ser también utilizado para la desinfección del agua para beber.
- Segmento blanco: Este segmento comprende las lejías con una fórmula especialmente adecuada para el tratamiento de ropa, ya que combinan una gran eficacia blanqueadora y desinfectante.

Medidas de seguridad para manipular lavandina

Debido a que el hipoclorito de sodio es un compuesto sumamente inestable y corrosivo frente a la luz, el calor o en contacto con ácidos o solventes de amoniaco puede generar vapores muy tóxicos y, además, ser combustible. Es gracias a todo ello que, es importante tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar situaciones de riesgo que pongan en peligro a las personas que manipulen este tipo de producto.

Entre las principales recomendaciones se encuentran los protocolos de seguridad para el manejo de dicha sustancia. Se debe contar con los elementos de protección pertinentes, de manera que no se permita el contacto directo entre la lavandina y los ojos, boca, piel o vías respiratorias. Las personas que manipulen este producto deben usar guantes, mascarillas, gafas, botas y trajes de protección.

Cera

La utilización de las ceras probablemente empezó en tiempos prehistóricos, pero debido a su naturaleza transitoria, no existe ninguna evidencia arqueológica definida.

La aplicación de la cera y las sustancias relacionadas en la momificación como capas protectoras en el antiguo Egipto representa la prueba científica más antigua del uso de las ceras. Documentos escritos contienen indicaciones de que las ceras encontraron muy diferentes aplicaciones.

En la antigüedad, se usaba la cera como una materia prima para modelar, en la producción de moldes, como un portador de pigmento, y para la protección de superficies. Durante mucho tiempo, no se supo demasiado sobre la naturaleza química de la cera; sólo hasta el siglo XVIII que se hizo el descubrimiento de que la cera de abejas es una secreción animal y no un producto de las plantas recolectado por las abejas.

La investigación sobre las ceras se estableció como una disciplina científica en 1823, que se convirtió en una nueva área de investigación de jabones, aceites, grasas, y ceras.

El descubrimiento real de la cera como una materia prima importante ocurrió al principio de la Revolución Industrial.

Hoy en día existen, al menos, cuatro tipos de ceras básicas:

- Ceras de origen animal: entre ellas las de abeja, la lanolina (de la lana de las abejas), y la que se obtiene del aceite de ballena. Actualmente la de ballena está en desuso porque este animal se encuentra en peligro de extinción
- Ceras vegetales: existen muchas variedades de plantas en el mundo de las que son posible obtener cera, entre ellas la cera de carnauba, que es conocida como la “reina de las ceras” por tener una infinidad de aplicaciones, incluyendo cera líquida para encerar de vehículos
- Ceras minerales: las ceras que son derivadas del petróleo como las parafinas y las microceras, entre otras como la cera Montana, extraída del lignito.
- Ceras sintéticas: una variedad de ceras que aparecieron durante el siglo XX, y son desarrolladas con usos específicos, ya sea para énfasis en su resistencia a ciertos climas u otros multiusos.

El número de posibles y reales usos de las ceras es extremadamente alto. Pueden combinarse las propiedades físicas y químicas de varios tipos de ceras libremente a través de mezclas y preparaciones. Por lo tanto, se presentan ceras en casi todas las áreas posibles de uso, aunque en diferentes medidas.

En la actualidad, uno de los usos de la cera es para mejorar el aspecto de las superficies eliminando el polvo y las marcas de huellas dactilares, proporcionando a su vez una capa protectora y brillante sin dejar acumulaciones de cera. Es la cera que se comercializa para brindar un brillo rápido y fácil de lograr en diversas superficies del hogar.

Este tipo de cera conocida, es la cera polietilénica, que se utiliza para la limpieza de superficies. Este tipo, entra en el último grupo mencionado anteriormente, ya que son ceras sintéticas en forma oxidada y no oxidada. Poseen un peso molecular de entre dos mil y ocho mil, con puntos de fusión de 95 °C a 130 °C y con estructura sutilmente ramificada.

Las ceras de polietileno son obtenidas a través de la polimerización de etileno, y poseen excelentes características de resistencia físico-química. Son principalmente utilizadas como emulsiones. Dichas emulsiones de ceras de polietileno proporcionan dureza, brillo, resistencia a la abrasión, resistencia al rayado y las marcas, anti blocking, lubricación y mejoran el tacto.

Las ceras son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado, son insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras.

Por su carácter hidrófobo, repelen el agua, y a nivel orgánico recubren tejidos dándoles consistencia y protección frente a la acción externa, como lubricantes o impermeabilizantes.

En este respectivo trabajo, se utilizará el tipo de cera polietilénica, debido a que es la que se usa para limpiar diversas superficies y, es en dichas superficies donde, por ejemplo, pueden apreciarse patrones hemáticos.

Las ceras polietilénicas de estructura básicamente lineal, que poseen un punto de fusión alto y una baja viscosidad, son aptas para múltiples aplicaciones industriales. Este tipo de ceras funcionan a través de la oxidación (el injerto maleico o la copolimerización), de las cuales la oxidación se realiza mediante el método de uso obligatorio.

La razón de la oxidación controlada de estos tipos de ceras es para que sea más fácil emulsionar. El injerto maleico y la copolimerización con grupos funcionales polares, como el ácido acrílico o acetato, se utilizan principalmente para aumentar la adhesión sobre sustratos polares como vidrio, metal o papel.

Evolución de la cera

La cera del piso es una solución que se ha utilizado extensivamente desde hace siglos para el cuidado del piso. Si bien todavía hay varios agentes tradicionales disponibles en el mercado, la mayoría de las personas prefieren las ceras de piso sintéticas y artificiales que son comparativamente fáciles de aplicar.

Cuando se mantienen y se aplican correctamente, las ceras de piso ofrecen un alto brillo, lo que es ventajoso para los espacios comerciales y de negocios. Se pueden usar en casi cualquier piso, incluyendo concreto, cerámica y vinilo. Las ceras para pisos se venden como productos de acabado en miles de tiendas de todo el país y están disponibles para cualquier persona que quiera usarlas. Se crearon para resistir arañazos y repeler manchas y abrasiones.

Muchas personas todavía hablan de "encerar" el piso, a pesar de que han pasado 50 años desde que las ceras naturales fueron ampliamente utilizadas como un acabado de piso. Los acabados del primer piso fueron ceras de carnauba, hechas de las hojas de una planta tropical.

Carnauba es una mezcla de emulsión de cera natural combinada con una resina. Las ceras de carnauba daban un gran brillo y eran extremadamente resistentes a las abrasiones; pero debido a que la cera de carnauba era muy cara y difícil de obtener, los fabricantes comenzaron a usar otros materiales naturales que eran menos costosos, como cera de abeja, goma laca y parafina. Aunque algunos acabados de cera natural todavía se utilizan hoy en día, los materiales sintéticos los han reemplazado en gran medida en el mantenimiento del piso.

Los acabados sintéticos de cera/polímero siguieron a la cera de carnauba. A finales de la década de 1940, se desarrolló un acabado de piso sintético con una base de agua y un plástico llamado poliestireno. Los primeros acabados de poliestireno eran incoloros y tenían un brillo muy alto; pero también eran muy frágiles y tendían a volverse amarillos después de un período de tiempo. Sin embargo, cuando el polietileno plástico similar a la cera se mezcló con el poliestireno, se creó un acabado de piso muy duradero, pulible y no quebradizo.

Hoy en día, los materiales sintéticos se utilizan mucho más comúnmente en acabados de pisos que en ceras naturales. Los acabados sintéticos a base de agua se denominan colectivamente acabados poliméricos. El resultado mejorado fue un acabado seco y brillante. El pulido del acabado dependía del tipo de cera sintética y polímeros que se ponían en ellos. Los acabados sintéticos de cera/polímero en forma líquida son de un color blanco lecháceo.

Composición química

El polímero es un ingrediente importante de la formulación final. El polímero es el principal bloque de construcción responsable de formar la película de pulido del piso (lo que queda en el piso cuando se seca). En consecuencia, las propiedades inherentes del polímero determinan, en gran medida, el brillo final, la dureza, la tenacidad, la resistencia al rasguño, la resistencia a las marcas, la resistencia a los arañazos, la resistencia al suelo, la resistencia al agua, la resistencia al detergente, la resistencia al polvo y la resistencia al deslizamiento.

El segundo componente importante del acabado de alta velocidad, es la "cera sintética", también es un polímero, aunque de composición completamente diferente. El nombre "cera", que se usa comúnmente para describir este material, es un remanente de la tecnología antigua. La mayoría de las formulaciones ahora contienen sustituto polimérico con características "cerosas".

La función principal de la "cera" es proporcionar un nivel de lubricidad a la película de acabado. Esta lubricidad se traduce en la capacidad de pulido. Cuanto mayor sea la cantidad de este ingrediente en la formulación, más pulible será el acabado.

Por otro lado, la cera hace que la película sea suave y, por lo tanto, hace que la película de pulido del piso sea mucho más susceptible a la raspado y la recolección de suciedad.

El tercer componente es en realidad una combinación de una serie de ingredientes líquidos para facilitar la formación de la película durante el proceso de secado. En cierto sentido, estos materiales podrían considerarse disolventes para el polímero. Hay dos clases básicas de estos disolventes, coalescentes y plastificantes.

Los coalescentes son disolventes que se evaporan poco después de que la película se forma en el suelo. Los plastificantes, por otro lado, son mucho menos volátiles y permanecen en la película mucho más tiempo. De hecho, muchos se quedan

durante la mayor parte de la vida útil del acabado del suelo. Ambos ingredientes suavizan la película de pulido, pero por un período de tiempo diferente.

De modo que, un coalescente altamente volátil se evaporará relativamente rápido y dejará la película dura, mientras que un plastificante permanecerá en la película y mantendrá la película suave.

Algunos fabricantes hacen combinaciones de limpiadores /pulidos que le permiten limpiar y pulir un piso en un solo paso. Estos productos generalmente contienen un detergente y un material plástico o cera natural. Primero afloja la suciedad fregando el piso con el limpiador / pulido. La fregona recoge parte de la suciedad, y luego simplemente pules la película que permanece en el suelo hasta que brille.

Como conclusión, se sostiene que un acabado moderno de piso de alta velocidad se compone de tres ingredientes principales y una serie de aditivos menos significativos, aunque todavía importantes. Los tres ingredientes principales son el polímero, la cera sintética y los disolventes.

-

Tipos de Ceras Comerciales

A la hora de elegir el tipo de cera, muchas marcas entran en competencia por ser la excelencia. A su vez, la clasificación de cera para suelos se puede dar por varios factores bien sea la forma de presentación, elaboración o según la superficie donde sea aplicada. Así, entre los tipos de cera para pisos, se encuentran:

- Cera para pisos de cerámica: este tipo de cera tiene como fin aportar mayor brillo a la superficie. Para obtener un mejor resultado se puede optar por las ceras líquidas abrillantadoras, que tienden a ser mejor para aplicar y un efecto más prolongado en este tipo de suelo.
- Cera pisos de madera: actualmente instalar pisos de madera en los ambientes es muy frecuente, sin embargo, su cuidado suele ser más exigente que otros tipos de superficies. Por ello, al elegir cuidar superficies de madera es importante añadir productos que contengan "Varsol". De modo que, al seleccionar una cera para este tipo de pisos, se debe buscar en la descripción del producto este compuesto y de preferencia aquellas en presentaciones de pasta.
- Cera para pisos de mármol: los pisos de mármol al igual que los pisos de cerámica, suponen un cuidado excesivo, sin embargo, estas superficies tienden a perder el brillo por la acción de algunos químicos. En tal sentido, es necesario agregar una cera

líquida emulsionada que pueda proteger y reintegrar el brillo natural de este tipo de suelo.

- Cera para pisos de cemento y hormigón: por su parte, dentro de las superficies hechas con cemento y hormigón es prudente no solo buscar ceras con efecto abrillantador, sino también aquellas con efecto antideslizante. Además, pueden ser tanto en presentación líquida como en pasta.
- Cera para pisos de piedra: seleccionar una cera para pisos de piedra suele ser una tarea complicada. La mejor opción es una cera líquida con efecto sellador y autobrillante, debido a que, tendrá una mejor penetración y duración en resultados.

Como se observa, la utilización de cera para pisos no es exclusiva. Las presentaciones son variadas y su utilización se extiende para todo tipo de superficies. A su vez, la extensión de marcas en el mercado es tan amplia que incluso hay variaciones de precios para quienes buscan algo más económico. Es un producto que se puede encontrar en todo tipo de casas.

Las marcas más prestigiosas y/o más compradas son: “Blem”; “Suiza”; “Zelnova”; “Ceramicol”; “Cif”. Las mismas vienen para la aplicación de diversas superficies y con presentaciones a elección: líquida y pasta.

Asimismo, al ser un producto casi indispensable dentro de diferentes ámbitos, como el hogar y la oficina, resulta muy sencillo de encontrar. Dichas ceras para suelos pueden ser obtenidas en diferentes establecimientos comerciales, como supermercados, e incluso tiendas online.

Al destacar que las ceras para suelos son uno de los productos de limpieza con más años en el mercado, incluso de la historia propia del ser humano, ya que sus inicios, mencionado anteriormente, datan en el antiguo Egipto. Gracias a ello, este producto ha tenido que ir evolucionando junto con las necesidades del ser humano, integrando nuevos componentes, que le ayudan a cumplir su rol de forma más sencilla y rápida. Así, entre sus principales beneficios se encuentran los siguientes:

- Costos bajos de producción y compra.
- Diversidad de opciones, según el tipo de piso.
- Presentaciones variadas, como líquida o en pasta.
- Opciones adicionales como acción antideslizante y autobrillante.
- Tiempo de secado rápido.
- Aplicación sencilla y con pocos requerimientos.
- Potencia y protege la estética de los pisos.

Sin embargo, algo a tener muy en cuenta es que aunque la aplicación de las ceras para suelos es un proceso corto y sencillo, existen consideración a tomar antes de utilizar el producto como, por ejemplo, que la superficie debe estar libre de polvo, grasa, mugre o cualquier impureza.

Por ello mismo, es importante leer la descripción del producto para verificar tanto el sentido, forma como el tiempo de secado que posee cada tipo de cera para suelo, ya que la mala aplicación de la misma da resultados no esperados y/o deseados.

Como último, cabe aclarar ciertas precauciones a la hora de poner en uso dichos productos. Los mismos siempre deben estar fuera del alcance de los niños y animales domésticos, y no son apto para consumo humano. De igual manera, se recomienda manipular los productos de limpieza con guantes y mantenerlos lejos del fuego y superficies calientes, debido a que son productos inflamables. Ante cualquier accidente, consultar inmediatamente con un médico o centro toxicológico, llevando el envase o rótulo.

Algunos estudios han observado que la exposición de Luminol a productos comerciales, como la lavandina o la cera, puede producir falsos positivos. Esto ocurre especialmente en las escenas del crimen donde el autor del delito quiere borrar las pruebas para no dejar rastro de lo cometido. Lo que sucede en situaciones como estas, es que la lavandina contiene sustancias químicas que reaccionan con los productos del Luminol, pareciendo sangre, cuando en realidad no lo es.

Por ende, las observaciones que se realizarán en este trabajo serán tomadas desde un punto de vista diferente, es decir, cómo algunos productos comerciales producen falsos negativos en la prueba de orientación de Luminol.

De ahí surge la importancia de conocer qué es Luminol, la sangre y los químicos que contienen los dos productos comerciales seleccionados para comprender mejor el desarrollo del trabajo.



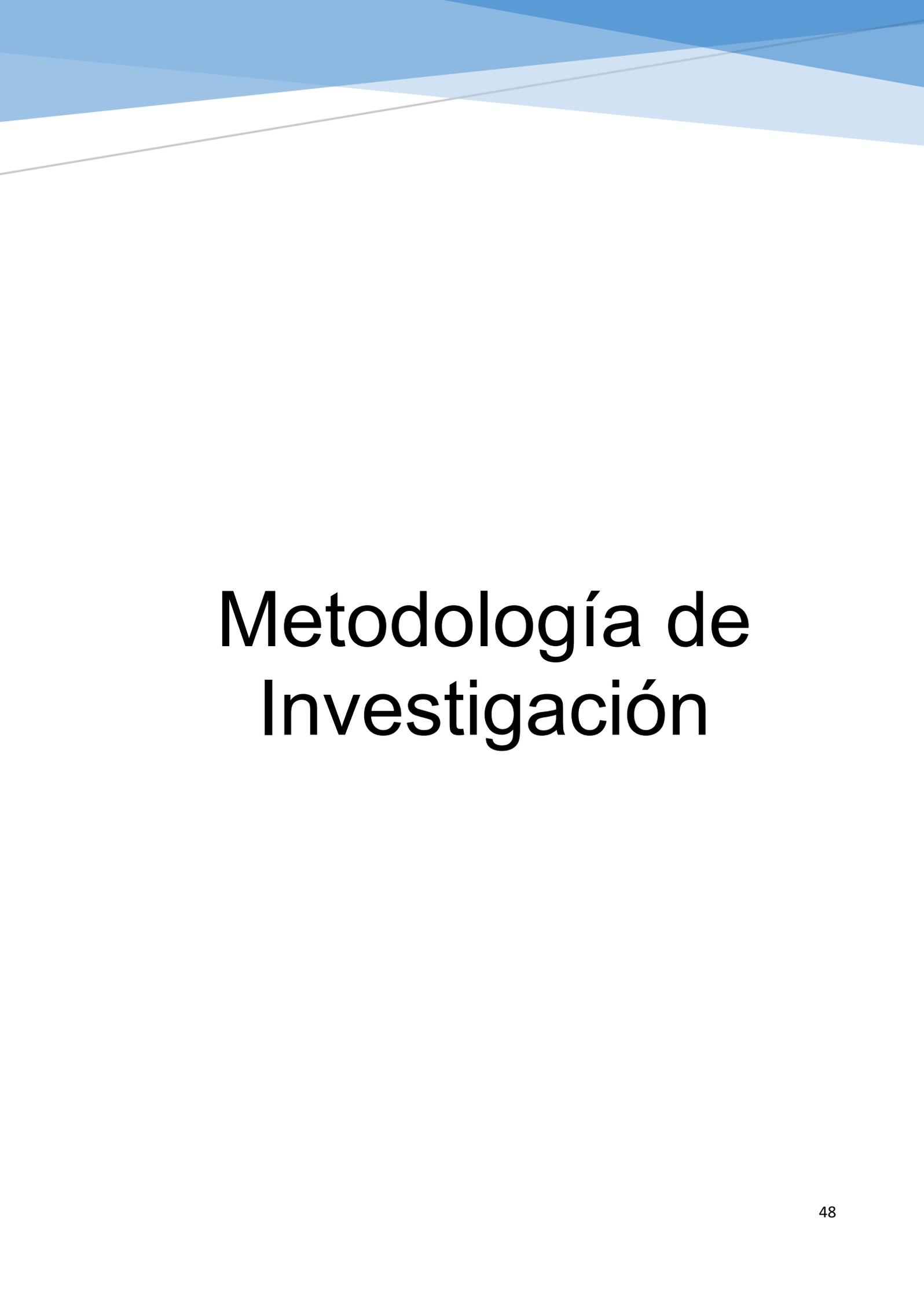
Hipótesis de Investigación

Hipótesis General:

La prueba de orientación del Luminol establecerá márgenes de error al reaccionar con productos comerciales de cera y lavandina, por lo que generará resultados falsos negativos.

Hipótesis Derivada:

La sensibilidad de la prueba orientativa varía de manera notable al exponer el Luminol a diversas marcas comerciales de cera y lavandina.



Metodología de Investigación

Para la realización de la metodología de trabajo, lo primero que se hizo fue conseguir los elementos necesarios para la experimentación. Empezando con el primer elemento en cuestión, el Luminol, dicho producto fue brindado por nuestra asesora la Licenciada Anabel Simonelli; los compuestos utilizados para su elaboración fueron 0,1 gr de Luminol, 1 gr de perborato de sodio, 0,5 gr de carbonato de sodio y 100 ml de agua destilada.



A su vez, la sangre necesaria para la experimentación, fue brindada por nuestra otra asesora la Bioquímica Agustina Traverso. Aportándonos 20 tubos de 2,5 ml cada uno, con sangre 0+, dicha sangre fue extraída el día de la experimentación - 7 de abril de 2022- y siendo transportado hasta la Universidad en su correspondiente envase refrigerado, de acuerdo a las normas de bioseguridad que deben llevarse a cabo, logrando así evitar que se alteren las muestras y permitiendo que las mismas se conserven en un estado correcto y adecuado de almacenamiento.

Como último, los productos de cera y lavandina, fueron comprados en el supermercado Toledo, como también en un almacén de barrio. La elección de la variedad de marcas en el caso de ambos productos se basó en los diversos precios de ellas. Es decir, fueron seleccionados en un rango de cinco marcas comerciales, aquellas que cotizan desde el precio más bajo o accesible, hasta el precio más alto o popular.

Luego, todos los insumos fueron arribados al laboratorio de la Universidad FASTA, donde posteriormente se procedió a realizar la experimentación, contando con la participación y observación de nuestras asesoras Anabel Simonelli y Agustina Traverso.

Dichas experimentación tuvo lugar el día 7 de abril de 2022, desde las 17 horas hasta las 20 horas (horario en el cual cierra el establecimiento de la Universidad FASTA). Ello fue así para tener un margen amplio de horas y poder realizar la experimentación con tiempo. Como también, para poder contar con la oscuridad de la noche al momento de llevar a cabo el revelado con Luminol.

Para fotografiar los pasos a seguir en dicha experimentación, así como también para apreciar los resultados obtenidos, se utilizó un teléfono iPhone 11 IOS 15.4.1 de una de las integrantes del presente trabajo, con el modo nocturno, para poder fotografiar rápidamente la reacción que se produjera.

El modo noche del iPhone 11 funciona de una forma predeterminada, ya que está programado para ser capaz de calcular el tiempo de exposición que se necesita para tomar una buena fotografía nocturna. Así encontrarás que el temporizador se sitúa en una cantidad de segundos diferente en función de la luz que capte. Este tiempo puede variar desde un segundo hasta un máximo de diez segundos. De esta manera, al momento de tomar la fotografía, la función nos permitió obtener una foto de excelente calidad y apreciación a pesar de las condiciones de baja luminosidad.

Antes de entrar al laboratorio, seguimos los requisitos de bioseguridad, contando con la protección del equipo apropiado y necesario para poder llevar a cabo la experimentación (guantes, guardapolvo, cubrebocas, entre otros).

Los pasos a seguir para realizar la experimentación se basaron en:

1. Delimitar y resguardar un amplio sector del laboratorio de la Universidad para poder llevar a cabo la experimentación. Dicho sector fue cubierto con papel fiambreiro, colocando encima las cinco maderas previamente tratadas y las cinco cerámicas.
2. Luego, las cerámicas fueron tratadas con sus respectivos productos comerciales -lavandina-, antes de llevar a cabo la colocación de la sangre; mientras que, por otro lado, las maderas ya contaban con un tratamiento previo de cera y pulido.



Para evitar confusiones, cada marca y superficie fueron identificadas con sus señaléticas correspondientes. Todos los productos de cera fueron señalizados con la letra "A", y las distintas marcas delimitadas con los números del uno al cinco. A su vez, todos los productos de lavandina fueron señalizados con la letra "B", y distintas marcas delimitadas con los números del uno al cinco.



En cuanto al tratamiento de las superficies de maderas, cabe mencionar que 72 horas antes de la experimentación, dichas superficies fueron lijadas, tratadas con sus correspondientes productos comerciales y finalmente pulidas, para poder

otorgarles una apariencia similar a las de un piso de madera que tiene años de tratamiento.

3. Una vez tratadas las superficies, se dejó secar los productos colocados por unos diez minutos y posteriormente, se procedió a depositar, de manera aleatoria, algunas gotas de sangre, mediante el empleo de pipetas pasteur descartables.
4. En cuarto lugar y luego de transcurrido un lapso de 40 minutos desde que se depositó la sangre, se procedió a limpiar los patrones hemáticos con los correspondientes productos comerciales que se aplicaron previamente antes de colocar la sangre.
5. A continuación se requirió cerrar todo el lugar, permitiendo que la oscuridad tome protagonismo, y se procedió a aplicar el producto luminol sobre las distintas superficies.
6. Para finalizar y gracias a la observación de los resultados obtenidos por medio de la experimentación, estuvimos en condiciones de llegar a una conclusión concreta acerca de nuestras hipótesis planteadas.

Una vez concluida la experimentación, todo el material utilizado fue desechado en las bolsas de residuos patológico de color rojo, para evitar cualquier tipo de contaminación o riesgo para el personal del establecimiento.

Resulta oportuno mencionar que, debido a la dificultad de conseguir el Luminol, como también por el alto precio, no se repitió la experimentación.

Cabe mencionar que las variables de investigación que se consideraron a lo largo de este trabajo fueron tres: el luminol, los productos comerciales de lavandina y cera para pisos, y la sangre.

A la hora de realizar la experimentación, dentro de los parámetros e indicadores de medición que se utilizaron, se tuvieron en cuenta: Día, Hora, si reaccionan o no al luminol los productos comerciales, la intensidad del brillo del luminol en la diferentes superficies tratadas con sus respectivos productos.

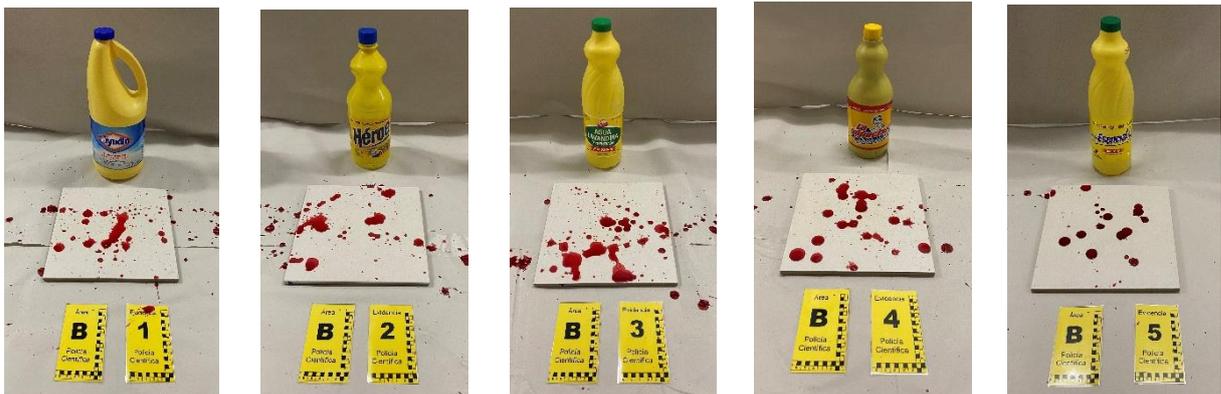


Análisis de Datos

Teniendo en cuenta las variables de dicho trabajo, y luego de haber concretado la experimentación del mismo, se logró evidenciar cómo:

Los cerámicos tratados con las diferentes marcas de lavandinas (Ayudín, Héroe, Agua lavandina tradicional, La impactante y Esencial), reaccionaron al reactivo Luminol. Cabe aclarar que la sangre, permaneció en contacto con los cerámicos tratados con sus respectivas marcas de lavandina por 40 minutos, y luego de ello, fueron limpiadas nuevamente con estos productos para observar si se producía la reacción o había una interferencia.

Al momento de ir depositando los patrones hemáticos de la manera más aleatoria posible, fue posible evidenciar cómo en algunas superficies -en el caso de las lavandinas, la que contaba con la lavandina marca Esencial-, dichas manchas se tornaron de un color más oscuro; ello es así porque han reaccionado con el oxígeno y se habrá evaporado la mayoría del agua en la sangre.



Producto Comercial: Lavandina				
Marcas de Lavandina	Día	Horario	Reacción del Luminol	Intensidad del Brillo
Luminol expuesto a Ayudín	7 de Abril	17:35	Sí	Alto
Luminol expuesto a Héroe	7 de Abril	17:40	Sí	Alto
Luminol expuesto a Agua Lavandina Tradicional	7 de Abril	17:45	Sí	Alto
Luminol expuesto a La Impactante	7 de Abril	17:50	Sí	Alto
Luminol expuesto a Esencial	7 de Abril	17:55	Sí	Alto



Sangre			
Lavandina	Tiempo de contacto con la superficie tratada	Color de la sangre con la superficie tratada	Observaciones adicionales
Superficie tratada con Ayudín	40 minutos	Rojo Escarlata	Apariencia normal
Superficie tratada con Héroe	40 minutos	Rojo Escarlata	Apariencia normal
Superficie tratada con Agua Lavandina Tradicional	40 minutos	Rojo Escarlata	Apariencia normal
Superficie tratada con La Impactante	40 minutos	Rojo Escarlata	Apariencia normal
Superficie tratada con Esencial	40 minutos	Rojo Pardo	La sangre se encuentra con un rojo más intenso. producto de la oxigenación

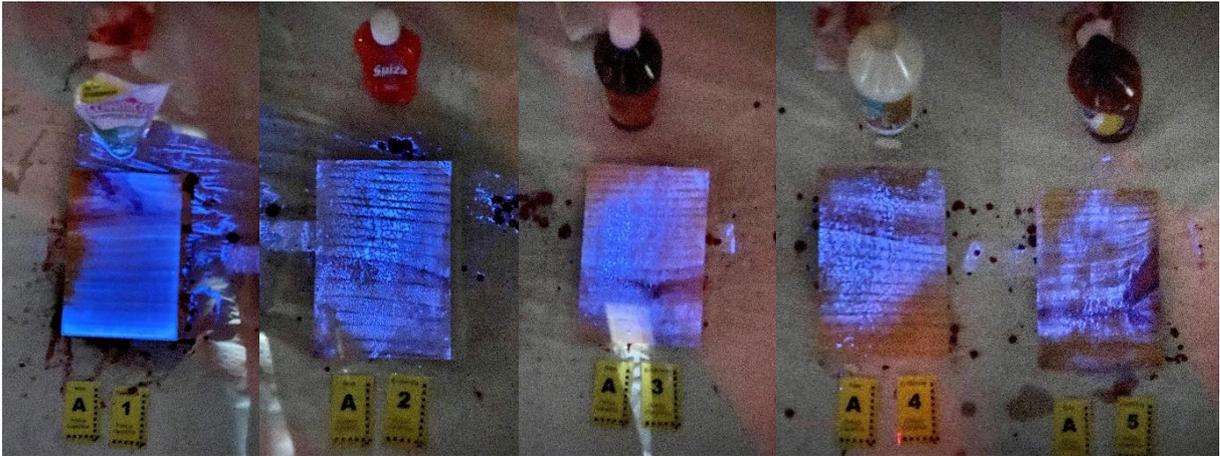
A su vez, las maderas tratadas con los productos de cera para pisos (Ceramicol, Biofax, Zelnova, Blem y Suiza), reaccionaron al reactivo Luminol. Al igual que en el caso anterior, cabe aclarar que los procedimientos de contacto de la sangre con las superficies y sus respectivas limpiezas, fueron realizadas de igual manera que con los cerámicos.

Al momento de ir depositando los patrones hemáticos de la manera más aleatoria posible, fue posible evidenciar cómo en las maderas correspondientes a las marcas Biofax, Ceramicol, Zelnova y Blem; Dichas manchas se tornaron de un color más oscuro, ello es así porque los patrones han reaccionado con el oxígeno y se habrá evaporado la mayoría del agua en la sangre.



En el caso de las superficies de madera, la reacción del luminol en las superficies tratadas con las marcas de Ceramicol, Suiza y Blem, se logró observar como la reacción perduró por muchos más segundos que en el resto de las superficies.

Producto Comercial: Cera				
Marcas de Cera	Día	Horario	Reacción del Luminol	Intensidad del Brillo
Luminol expuesto a Ceramicol	7 de Abril	10:15	Sí	Alto, y mayor duración de la quimioluminiscencia.
Luminol expuesto a Suiza	7 de Abril	10:20	Sí	Alto, y mayor duración de la quimioluminiscencia.
Luminol expuesto a Biofax	7 de Abril	10:25	Sí	Alto
Luminol expuesto a Zelnova	7 de Abril	10:30	Sí	Alto
Luminol expuesto a Blem	7 de Abril	10:35	Sí	Alto y mayor duración de la quimioluminiscencia.



Sangre			
Cera	Tiempo de contacto con la superficie ya tratada	Color de la sangre con la superficie atada	Observaciones adicionales
Superficie tratada con Ceramicol	40 minutos	Rojo Pardo	La sangre se encuentra con un rojo más intenso, producto de la oxigenación
Superficie tratada con Suiza	40 minutos	Rojo Escarlata	Apariencia normal
Superficie tratada con Biofax	40 minutos	Rojo Pardo	La sangre se encuentra con un rojo más intenso, producto de la oxigenación
Superficie tratada con Zelnova	40 minutos	Rojo Pardo	La sangre se encuentra con un rojo más intenso, producto de la oxigenación
Superficie tratada con Blem	40 minutos	Rojo Pardo	La sangre se encuentra con un rojo más intenso, producto de la oxigenación

Discusión de Resultados

En este estudio realizamos las interferencias que causan los productos de cera y lavandina con la prueba forense de Luminol en busca de sangre, queriendo demostrar que el Luminol al ser una prueba rápida, altamente sensible, de fácil aplicación y lectura, presenta márgenes de error al entrar en contacto con superficies que tienen un previo tratamiento de cera o lavandina, generando un falso negativo en la búsqueda de sangre.

Confrontando los parámetros que se tomaron en cuenta y a partir de los datos obtenidos producto de la experimentación correspondiente, se estableció que ambos productos comerciales y de uso mundial no provocan interferencia en la prueba forense del Luminol a en la búsqueda de sangre.

Dichas reacciones quimioluminiscentes se dan en presencia de pisos tratados con cera como lavandina, no pudiendo las manchas de sangre ser ocultadas por el perpetrador del crimen, aun cuando estos productos tienen la capacidad de actuar como protector, no dejando que la sangre se acentúe en profundidad.

Respecto a otros estudios similares al nuestro (aunque no fue posible comparar los mismos parámetros de análisis, ya que en las investigaciones no reportaban resultados acerca de la aplicación del Luminol en pisos tratados con cera y lavandina), se puede establecer que los datos referenciales obtenidos en el marco teórico, por medio del cual se nos ocurrió realizar este tema de tecnicatura, presentan en algunos casos coherencia con los datos resultantes de la experimentación, y en otros se oponen a las teorías sostenidas por diversos autores.

En la investigación de pruebas presuntivas para manchas de sangre realizada por los autores *M.C. Negre Muñoz, A. Castelló Ponce, P. Gil Pitarch y F.A. Verdú Pascual*, se encontró inhibición de la oxidación frente a contaminantes ricos en vitamina C. Estos autores analizaron la invisibilidad de las manchas de sangre, por haber éstas estado en contacto con productos que generan reacciones de oxido - reducción, quienes concluyeron que dichas interferencias generan falsos negativos.

En contraste, nuestros elementos de comparación seleccionados no eran ricos en vitamina C, como el limón, para poder generar una reacción de oxido reducción y así obtener falsos negativos. En nuestro caso, el luminol demostró ser capaz de detectar sangre en superficies que han sido lavadas con productos comerciales, permitiendo delimitar las zonas donde aún hay trazas de sangre que no son visibles a simple vista, a pesar de que estos productos están hechos a base de una variedad de elementos químicos.

En la publicación sobre la comparación del Bluestar con el Luminol como pruebas de orientación para detectar trazas hemáticas, realizado por la autora *Samantha Webb*, los resultados arrojaron que el Luminol presentaba mayor efectividad en temperaturas elevadas, mientras que el Bluestar no demostró ningún cambio en su efectividad. Tampoco se presentó diferencia a la hora de comparar manchas de sangre antiguas con recientes, o aquellas contaminadas con cloro, siendo efectivas ambas técnicas. En este estudio se concluyó que el Bluestar reacciona mejor que el Luminol en todos los sustratos, siendo más quimioluminiscente, por ser más duradero y de mayor intensidad al momento de la reacción.

Nuestro estudio, aunque distinto, puede llegar a tener algo de similitud con esta autora, dado que aunque no se llevó a cabo el confronto de dos técnicas orientativas, pero si se puede sostener que el Luminol es una técnica efectiva para la búsqueda de sangre, ya que no presentó diferencia a la hora de reaccionar con las distintas superficies puestas a prueba, observando su quimioluminiscencia en todos los casos.

Por otro lado, los autores *J. I. Creamer, T. I Quickenden* demostraron en su investigación que se puede producir quimioluminiscencia con algunos productos de limpieza para el hogar, tales como el cloro, detergente, o lejía; sin embargo, dicho estudio destacó las diferencias que se producen en la intensidad, espectro de emisión y tiempo de reacción entre los productos de limpieza y la sangre, siendo estos diferentes; y en algunos casos directamente no habiendo reacción alguna, generando de esta manera interferencia con la prueba orientativa.

También los autores *Castelló Ponce, M. Álvarez Seguí, M. Miguel Feucht y F.A Verdú Pascual*, analizaron la sensibilidad del Luminol para encontrar manchas de sangre que fueron lavadas en función de eliminar los vestigios dejados por estas. Los resultados demostraron que aunque lavadas las muestras, el Luminol es muy eficaz para detectar indicios invisibles de manchas de sangre, inclusive cuando estas han sido lavadas hasta diez veces.

Podemos de esta manera remarcar, que en comparación con los últimos autores mencionados, en nuestro caso el Luminol también reaccionó a pesar de que las manchas hemáticas fueron lavadas con lavandina y cera, siendo esta técnica muy eficaz. A su vez, se pudo observar que en cuanto al tiempo de reacción del Luminol, en las superficies de madera tratadas con los productos Ceramicol, Suiza y Blem, este tuvo un lapso de duración mayor, aproximadamente de tres minutos de aplicado el reactivo.

Para finalizar, podemos concluir que para el caso dado, nuestro resultado lleva a la discusión de que el Luminol, quien ha sido puesto a prueba en varias oportunidades

a lo largo de los años, es una efectiva y rápida técnica orientativa para la detección de manchas de sangre que han sido eliminadas con el uso de productos comerciales de cera y lavandina.

Es decir, que a pesar de que la sangre haya entrado en contacto con superficies que tuvieron un tratamiento previo de cera y lavandina, y posteriormente estas hayan sido eliminadas nuevamente con el uso de estos productos comerciales, ocultando todo rastro visible de las trazas hemáticas aposentadas; el Luminol no presentó ningún inconveniente para detectar las manchas de sangre. De modo que, sin importar los mecanismos que se utilizaron para eliminar u ocultar los rastros de sangre, esta famosa y renombrada técnica presuntiva es muy útil a aplicar al momento de encontrarse con escenas del crimen de esta índole.



Conclusiones

Se arribó a la conclusión de que los productos comerciales de lavandina, no generan interferencia en la prueba de orientación del Luminol para la búsqueda de sangre.

Con igual criterio, se concluyó que los productos comerciales de cera para pisos, no generan interferencia en la búsqueda de sangre por medio de la prueba forense del Luminol.

La concordancia de ambos resultados, confirma que la técnica de Luminol como prueba orientativa tiene alta validez en la detección de manchas de sangre que fueron aposentadas en superficies con tratamientos de lavandina y cera.

En contraste con las conclusiones anteriormente mencionadas, es importante destacar que la hipótesis de este respectivo trabajo fue refutada, debido a que, las diversas marcas de cera para pisos y lavandinas no generaron interferencia en la prueba del Luminol para la búsqueda de sangre.

Algunos de los objetivos no se cumplieron debido a que, al evaluar el desempeño de dicha prueba en contacto con los productos comerciales, estos no inhibieron su reacción. Otro de los objetivos que no se cumplió, fue establecer cuáles de las marcas de cera y lavandinas generaban “falsos negativos” en la determinación de sangre; ello fue así porque, las respectivas marcas trabajadas no generaron falsos negativos, sino que al contrario, generaron reacción positiva.

Mientras que otros objetivos fueron cumplidos al lograr determinar que la prueba forense Luminol es una técnica apropiada para la detección de sangre en las escenas del crimen cuando la mancha se aposenta sobre superficies que tienen un tratamiento de cera de pisos o lavandina; incluso cuando estas trazas han tratado de eliminarse con los mismos productos comerciales que se aplicaron sobre dichas superficies.

De modo que, cabe destacar que el Luminol es una prueba sumamente fácil de utilizar y altamente eficaz para detectar trazas de sangre que han sido eliminadas con la aplicación de productos comerciales de cera para pisos y lavandina. Sin embargo, se debe hacer referencia al hecho de que este reactivo es caro y difícil de conseguir.

En la actualidad ya se utilizan otras técnicas de orientación para la detección de patrones hemáticos, ya que resultan ser mejores, de fácil obtención y en igualdad de practicidad. Algunos ejemplos a mencionar son el BlueStar o la lámpara de UV. Esta última tiene mucho uso en la actualidad, dado que puede aplicarse directamente para la búsqueda de huellas digitales, fluidos corporales, cabellos, restos de drogas, entre otros.

En cuanto al problema de investigación del presente trabajo, se arribó a la conclusión de que no existen productos comerciales de cera de pisos o lavandina que generen baja sensibilidad en el uso de la prueba forense con luminol en la búsqueda de sangre. Sin importar la marca o la variación en su composición, dichos productos no interfieren con la prueba orientativa, pudiendo ésta utilizarse exitosamente en escenas del crimen.



Bibliografía

- Acevedo, M.L., Pinto, E.A. & Villegas, M.R. (2005). Validación de técnicas para detección de sangre, sangre humana y grupo sanguíneo ABO en diferentes soportes y condiciones con fines forenses. Colombia: *Cuadernos de Medicina Forense*. Recuperado de: <https://scielo.isciii.es/pdf/cmfn42/original1.pdf>
- Brand Studio (01 de Octubre del 2020) Lavandina: sus beneficios para desinfectar y prevenir el coronavirus. *Clarín*. Recuperado de: https://www.clarin.com/brandstudio/lavandina-beneficios-desinfectar-prevenir-coronavirus_0_O8mOce2Lg.html
- Castelló Ponce, A. Introducción a la Criminalística. Valencia: *Cursos de Postgrados*. Recuperado de: [Microsoft Word - 1.- ana.introduccion \(uv.es\)](#)
- Castelló Ponce, A., Álvarez Seguí, M., Miquel Feucht, M. & Verdú Pascual, F.A. (2002). Revelado de manchas latentes: efectividad del luminol y evaluación de su efecto sobre el estudio del DNA. Málaga. *Cuadernos de Medicina Forense*, N°28, pp. 33-36. Recuperado de: [Revelado de manchas latentes: efectividad del luminol y evaluación de su efecto sobre el estudio del DNA \(isciii.es\)](#)
- Cedrón, J.C. (2011). El luminol. *Revista De Química*. Recuperado de [El luminol | Revista de Química \(pucp.edu.pe\)](#)
- Contreras, J.D. (2007). Evidencias de Criminalística y su clasificación. Venezuela: *Club Ensayos*. Recuperado de: [Evidencias de criminalística y su clacificacion - Apuntes - Jose Archila \(clubensayos.com\)](#)
- Crowe, M. (s.f.). The History Of Floor Finish. Milwaukee: *CleanLink*. Recuperado de: <https://www.cleanlink.com/cleanlinkminute/details.aspx?id=36567>
- Guzmán, C.A. (2000). Exámenes Serológicos. En Guzmán, C. A., *Manual de Criminalística* (p.p. 125- p.p. 132). Buenos Aires. Argentina. Editorial: La Rocca.
- Hipoclorito de sodio: usos, características y recomendaciones de manejo (s.f.). Colombia: *Amoquímicos Colombia S.A.S.* [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://www.amoquimicos.com/hipoclorito-de-sodio-para-prevenir-enfermedades>
- Lefebvre Despeaux, J.M. (s.f.). The Chemistry of Bluestar Forensic. Mónaco: *Bluestar Forensic*. [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://www.bluestar-forensic.com/the-chemistry-of-bluestar-forensic/>
- Los Brillantes (2010). Luminol: un testigo brillante. México: XVIII Concurso Universitario Feria de las Ciencias. Recuperado de: [: \(unam.mx\)](#)

- Lovaton, J.E.S. (2016). *Análisis Reconstructivo Forense mediante Patrones de Manchas de Sangre*. 2da ed. Santiago de Chile. Editorial: Ediciones Jurídicas de Santiago.
- Medina, H. (2016). Como preparar Luminol y detectar rastros de sangre. *Taringa*. Recuperado de: [Cómo Preparar Luminol y Detectar Rastros de Sangre - H... en Taringa!](#)
- Nuñez Rodríguez, J. (2016). Aportes de la Hematología al Campo Forense: Pruebas de Orientación y Certeza. *Revista Skopein* 13, p.p. 32-40. Recuperado de: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/88/82>
- Quimi-Net (16 de Agosto de 2011). ¿Cuáles son los principales tipos de ceras que existen? México. Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/cuales-son-los-principales-tipos-de-ceras-que-existen-61854.htm>
- Quimi-Net (16 de Junio de 2011). [Todo lo que quería saber de la cera de carnauba](#). México. Recuperado de: [Todo lo que quería saber de la cera de carnauba | QuimiNet.com](#)
- Quimi-Ko. (2019). Lavandina – Lejía | Hipoclorito de Sodio | Desinfectante universal Historia lavandina. Buenos Aires: *Autoclave de vapor*. Recuperado de: <https://autoclavedevapor.online/esterilizacion/lavandina-lejia-hipoclorito-de-sodio/>
- Quispe, Flores, S. & Andrés. (2014). Detección de manchas de sangre mediante la prueba forense luminol en la investigación forense. Bolivia: *Rev. Cs. Farm y Bioq*, Vol 2, N°1, pp. 83–91. Recuperado de: [Detección de manchas de sangre mediante la Prueba de Luminol en la investigación forense \(scielo.org.bo\)](#)
- Sarmiento Yengle, V. R. (2015). Validación de las técnicas Bluestar Forensic y Luminol para detección de sangre en manchas de interés criminalístico en el laboratorio. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas. Trujillo. La Libertad. Perú. Recuperado de: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9010/Sarmiento%20Yengle%2C%20Valery%20Roxana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sitesmetrics (s.f.). Ceras sintéticas. Barcelona: *Agrakem*. [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://agrakem.com/ceras-sinteticas/#:~:text=Ceras%20Sint%C3%A9ticas%20Agrakem.%20Ceras%20Sint%C3%A9ticas.%20Ceras%20fabricadas,caucho%2C%20pl%C3%A1stico%2C%20emulsiones%20y%20otras%E2%80%A6.%20Ceras%20Fischer%20Tropsch>

Anexo Fotográfico



FIGURA 1 -2 -3: ENVASE REFRIGERADO DONDE FUERON TRANSPORTADAS BAJO LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD LA SANGRE TIPO 0+



FIGURA 4: MADERA TRATADA CON CERAMICOL



FIGURA 5: MADERA TRATADA CON SUIZA



FIGURA 6: MADERA TRATADA CON BIOFAX



FIGURA 7: MADERA TRATADA CON ZELNOVA



FIGURA 8: MADERA TRATADA CON BLEM



FIGURA 9: CERAMICO TRATADO CON AYUDÍN



FIGURA 10: CERAMICO TRATADO CON
HÉROE



FIGURA 11: CERAMICO TRATADO CON
AGUA LAVANDINA CONCENTRADA TRADICIONAL

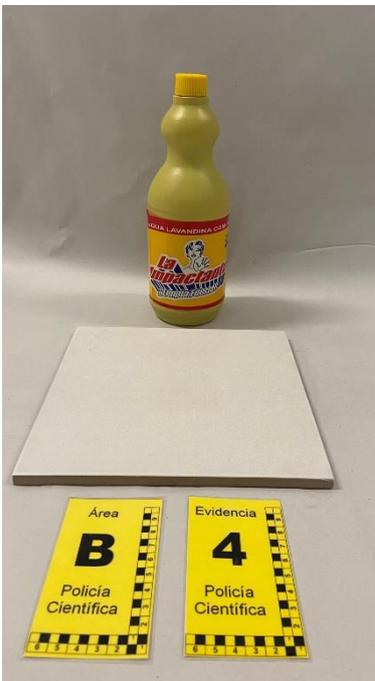


FIGURA 12: CERAMICO TRATADO CON
LA IMPACTANTE



FIGURA 13: CERAMICO TRATADO CON
ESENCIAL



FIGURA 14: FOTO PANORÁMICA CON LOS CINCO PRODUCTOS COMERCIALES DE CERA Y SUS RESPECTIVAS MADERAS

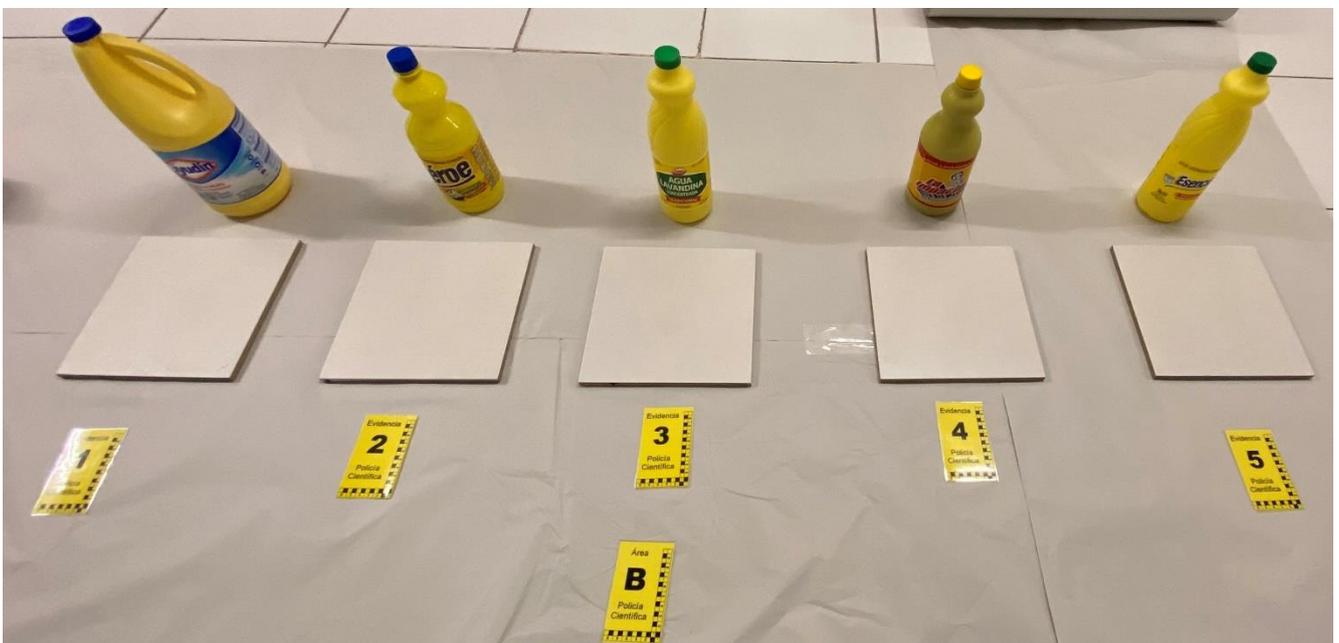


FIGURA 15: FOTO PANORÁMICA CON LOS CINCO PRODUCTOS COMERCIALES DE LAVANDINA Y SUS RESPECTIVAS CERAMICAS



FIGURA 16 – 17: APLICACIÓN DE LA SANGRE POR MEDIO DE PIPETAS PASTEUR DESCARTABLES SOBRE LAS DIFERENTES SUPERFICIES



FIGURA 18: SANGRE APOSENTADA SOBRE MADERA TRATADA CON CERAMICOL



FIGURA 19: SANGRE APOSENTADA SOBRE MADERA TRATADA CON SUIZA



FIGURA 20: SANGRE APOSENTADA SOBRE MADERA TRATADA CON BIOFAX



FIGURA 21: SANGRE APOSENTADA SOBRE MADERA TRATADA CON ZELNOVA



FIGURA 22: SANGRE APOSENTADA SOBRE MADERA TRATADA CON BLEM



FIGURA 23: SANGRE APOSENTADA SOBRE CERAMICO TRATADO CON AYUDÍN



FIGURA 24: SANGRE APOSENTADA SOBRE CERAMICO TRATADO CON HÉROE



FIGURA 25: SANGRE APOSENTADA SOBRE CERAMICO TRATADO CON AGUA LAVANDINA CONCENTRADA TRADICIONAL



FIGURA 26: SANGRE APOSENTADA SOBRE CERAMICO TRATADO CON LA IMPACTANTE



FIGURA 27: SANGRE APOSENTADA SOBRE CERAMICO TRATADO CON ESENCIAL



FIGURA 28: FOTO PANORÁMICA DE LAS DISTINTAS SUPERFICIES DE MADERA LIMPIAS

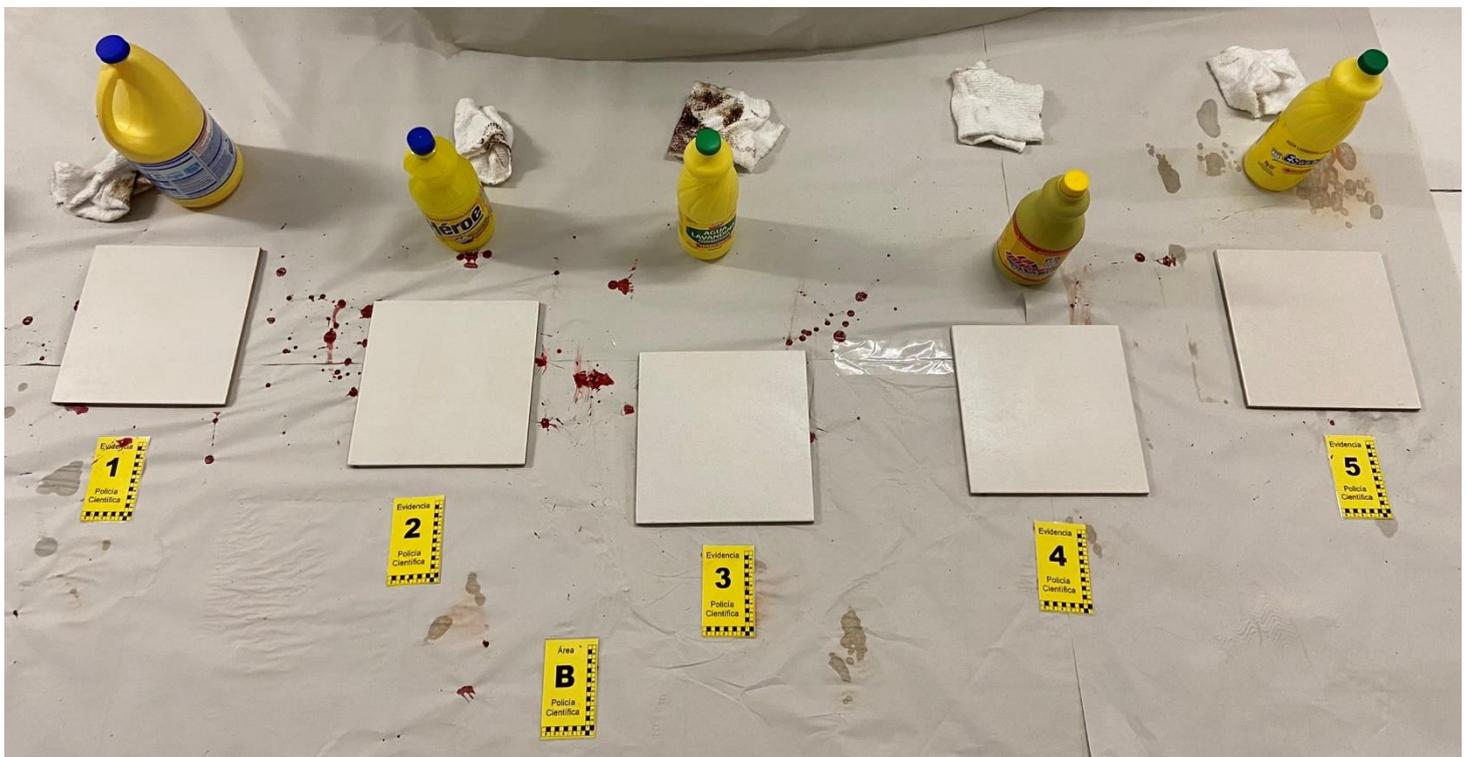


FIGURA 29: FOTO PANORÁMICA DE LAS DISTINTAS SUPERFICIES DE CERAMICO LIMPIAS



FIGURA 30: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE MADERA TRATADA CON CERAMISOL

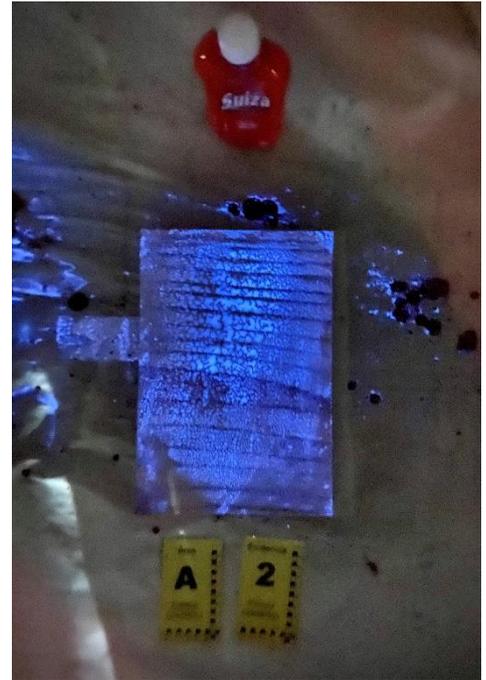


FIGURA 31: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE MADERA TRATADA CON SUIZA



FIGURA 32: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE MADERA TRATADA CON BIOFAX



FIGURA 33: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE MADERA TRATADA CON ZELNOVA



FIGURA 34: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE MADERA TRATADA CON BLEM



FIGURA 35: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE TODAS LAS SUPERFICIE DE MADERA

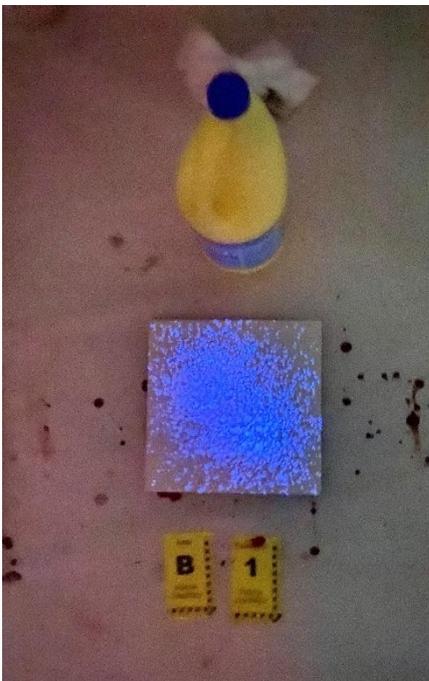


FIGURA 36: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE CERAMICA TRATADA CON AYUDÍN



FIGURA 37: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE CERAMICA TRATADA CON HÉROE

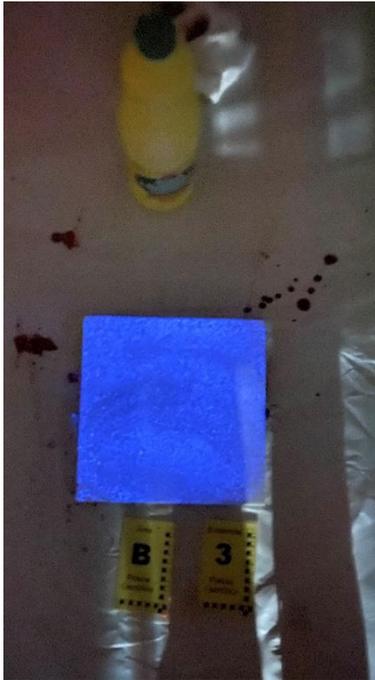


FIGURA 38: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE CERAMICA TRATADA CON AGUA LAVANDINA CONCENTRADA TRADICIONAL



FIGURA 39: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE CERAMICA TRATADA CON LA IMPACTANTE



FIGURA 40: REACCIÓN DEL LUMINOL SOBRE SUPERFICIE DE CERAMICA TRATADA CON ESENCIAL

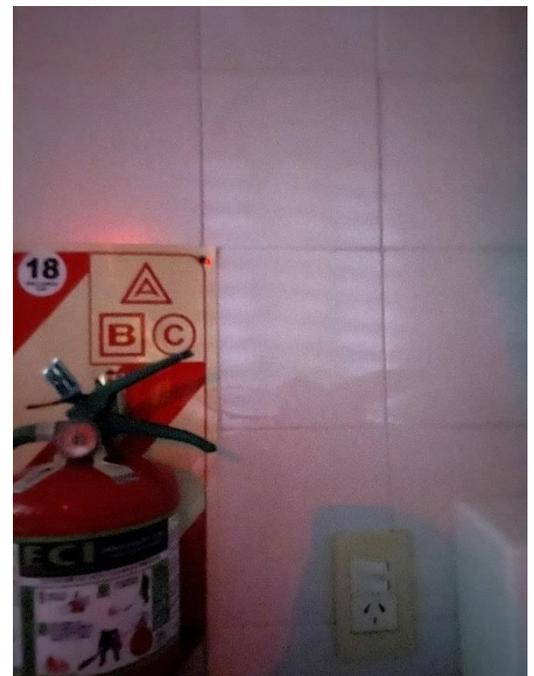


FIGURA 41: TESTIGO BLANCO PARA DEMOSTRAR EL FUNCIONAMIENTO IDÓNEO DEL LUMINOL FRENTE A SUPERFICIES QUE NO PRESENTAN APOSENTO DE SANGRE



FIGURA 42: BOLSAS ROJAS DE RESIDUOS PATOLÓGICOS PARA DESCARTAR DESECHO QUE IMPLIQUEN UN RIESGO BIOLÓGICO



FIGURA 43: FRASCO DONDE SE ENCONTRABA EL LUMINOL Y SU RESPECTIVO ROCEADOR



FIGURA 44: AGUA DESTILADA PARA LA PREPARACIÓN DEL LUMINOL