



Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

Licenciatura en Criminalística

Tesis Final

Eliminación de rastros de sangre a través del oxígeno activo

Autores: Francioni, Aldana - Guanes, Daiana

Tutor: Lic. Gacio, Hernán

Mar del Plata, 2019

Agradecimientos

A nuestros docentes, quienes con su paciencia y dedicación nos han compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional.

A nuestros familiares y amigos por su apoyo incondicional a pesar de las adversidades e inconvenientes que hemos tenido que superar.

A nuestra amistad, que gracias al trabajo en equipo logramos culminar una etapa muy importante en nuestras vidas.

Índice

Agradecimientos	0
Resumen.....	3
Abstract	4
Introducción	5
Marco teórico.....	8
Consideraciones fisiológicas de la sangre humana	9
Las manchas de sangre en la escena del hecho	15
El Luminol	17
Oxígeno activo	24
Proyecto de investigación	25
Hipótesis.....	27
Metodología de investigación	29
Experimentación y análisis de datos	32
Discusión de resultados.....	76
Conclusiones	78
Bibliografía	81

Resumen

Al cometer un delito, lo único que le preocupa al autor es que no puedan relacionarlo con el mismo. Si el crimen fue violento, generalmente se hallan rastros de sangre, los cuales son de vital importancia en la investigación, ya que pueden darnos indicios tanto de la forma en que se sucedieron los hechos, como muestras de ADN para vincular o no individuos. Es por ello, que usualmente las escenas del crimen, o los elementos que estuvieron involucrados son lavados o higienizados por los responsables.

Este trabajo, plantea la posibilidad de que la utilización del oxígeno activo como agente limpiador, imposibilite la obtención de indicios positivos en lugares en los que hubo restos sanguíneos.

Para ello, se mancharon diversos soportes textiles, de automotor y de hogar, y se los dejó secar por distintos períodos de tiempo: 1 día, 5 días, 10 días, 20 días y 30 días. Los mismos fueron lavados con el agente que contenía oxígeno activo, y utilizando agua fría y caliente. Luego, se sometieron las muestras a la reacción del Luminol, fotografiando los resultados.

En el día 1 los resultados fueron en su gran mayoría negativos, cosa que no sucedió en el resto de los intervalos de tiempo, en donde la reacción fue positiva aunque no con la intensidad y la duración que se esperaba, considerando que teníamos certeza de que las manchas sanguíneas existían en esos lugares.

Por lo analizado, podemos inferir que a pesar de no alterar completamente la obtención de indicios con el reactivo Luminol, el oxígeno activo si representa una gran dificultad para dicho análisis, complicando la obtención de resultados claros y precisos.

Palabras claves: *sangre, oxígeno activo, limpieza, crimen, luminol.*

Abstract

When committing a crime, the only thing that matters the autor is to not be related to it.

If the crime was violent, there are usually traces of blood, which are of vital importance in the investigation, as they can give us indications of both the way in which the events occurred, such as DNA samples to link or not individuals. That's why the crime scenes or the elements that were involved are usually washed or sanitized.

This work raises the possibility that the using active oxygen as a cleansing agent precludes to obtain positive indications in places where there were blood remains.

For this, car's and home's textil were stained, and they were dried for different periods of time: 1 day, 5 days, 10 days, 20 days and 30 days. They were washed with the agent containing active oxygen, and using cold and hot water. Then, the samples were subjected to the luminol reaction, photographing the results.

On day 1 the results were mostly negative, which didn't happen in the rest of the time intervals, where the reaction was positive but not with the intensity and duration that was expected, considering that we were certain that blood spots existed in those places.

From the analysis, we can infer that despite of not completely altering the indications obtained with the Luminol reagent, active oxygen does represent a great difficulty for this analysis, complicating the obtaining of clear and precise results.

Keywords: *blood, oxygen, cleaning, crime, luminol.*

INTRODUCCIÓN

La criminalística, como ciencia, emplea los saberes de diversas especialidades, con el fin de efectuar las pruebas científicas que sean menester realizar para auxiliar a la justicia en el esclarecimiento de un suceso determinado. Una de ellas es la hematología forense, que se centra en el estudio de las manchas de sangre, la cual desempeña una labor predominante en la Criminalística, ya que, a menudo los autores de un crimen limpian la escena y lavan las ropas manchadas de sangre con el fin de eliminar cualquier tipo de rastro que los puede llegar a incriminar.

Los especialistas en criminalística, no obstante, recurren a diversas herramientas para comprobar la presencia de manchas o si estas se asemejan a la sangre. Una de las pruebas orientativas consiste en la aplicación de Luminol en la escena del hecho para encontrar manchas que, incluso, perduran invisibles al ojo humano por diversas situaciones, ya sea porque se ha lavado la superficie, porque es muy antigua o porque existe en microscópicas proporciones. Sin embargo, los nuevos detergentes que contienen oxígeno activo podrían dificultar dicha tarea, debido a que estos son capaces de eliminar vestigios de sangre en distintos tipos de soportes. Dichos detergentes poseen percarbonato de sodio, que al ser disuelto en agua, se descompone en carbonato de sodio, que es un agente limpiador, y peróxido de hidrógeno o agua oxigenada, el cual es un blanqueador a base de oxígeno.

Las manchas de sangre son uno de los indicios más reveladores y frecuentes en crímenes violentos, y cuando estas se localizan, deben ser examinadas cuidadosamente teniendo en cuenta todos sus aspectos, que pueden variar con la antigüedad y el soporte sobre el que caen las manchas.

En el presente trabajo se analizará si es posible que los detergentes que contienen oxígeno activo en su fórmula sean capaces de eliminar los rastros de sangre, de tal manera que el Luminol no pueda reconocerlos. Para ello, se aplicó sangre en diversos soportes, los cuales se clasificaron en textiles, automotor y hogar, dejándolos secar durante diferentes periodos de tiempo. Luego las muestras fueron lavadas con un detergente con oxígeno activo en su fórmula, y posteriormente, se realizó la prueba del Luminol de las mismas, para determinar su comportamiento teniendo en cuenta los distintos soportes, el tiempo de secado, y las modalidades de lavado con agua fría y caliente.

La experimentación se realizó en un espacio cerrado siendo este la habitación de un departamento situado en la ciudad de Mar del Plata durante el transcurso de 30 días, comenzando el día lunes 29 de octubre y finalizando el día miércoles 28 de noviembre.

Si bien los recursos utilizados para dicha experimentación eran habituales y por ende accesibles al momento de adquirirlos, no ocurrió lo mismo en el desarrollo de éste. El lavado

de los diferentes soportes de acuerdo a los distintos periodos de secado así como la fotografía de los mismos mediante la prueba del Luminol presentó una dificultad mayor.

El inconveniente de hallar estos indicios presume que pruebas de gran valor que se obtienen de la sangre, como por ejemplo los perfiles de ADN, se disipen. Esto debido a que el lavado de tejidos con productos que poseen oxígeno activo no elimina completamente la sangre pero sí dificulta detectarla con la prueba del Luminol, lo cual se debe tener en consideración a la hora de emplear estos métodos en la investigación forense. Es por ello que esta investigación tiene como propósito fundamental aportar nueva información a la criminalística para así producir herramientas forenses que permitan ayudar a resolver dicha situación.

A continuación, se expondrán las nociones elementales para poder comprender el desarrollo de la investigación que lo acompaña.

MARCO TEÓRICO

CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS DE LA SANGRE HUMANA

La sangre

Es un tejido rojo, viscoso, coagulable, donde la sustancia intercelular circula por el corazón, las venas, arterias y capilares. Posee una fase sólida (elementos formes), que comprende los eritrocitos (o glóbulos rojos), los leucocitos (o glóbulos blancos) y las plaquetas, y una fase líquida, constituida por el plasma sanguíneo. Estas fases son denominadas también partes sanguíneas, las cuales se clasifican en componente sérico (fase líquida) y componente celular (fase sólida). Transporta oxígeno a los tejidos y dióxido de carbono desde estos hasta los pulmones, sustancias protectoras, anticuerpos, hormonas y ayuda en la subsistencia y regulación de la temperatura corporal, la presión osmótica y arterial y el equilibrio acuoso ácido-base. La cantidad de sangre de una persona se considera de acuerdo con su edad, peso, sexo y altura. En un persona saludable alrededor del 8 al 9 % de su peso total es sangre; por lo tanto el volumen sanguíneo de una persona de 70 kg sería de aproximadamente 5.6 litros.

Funciones de la sangre

1. Transporte: traslada una infinidad de sustancias, diluidas y ensambladas químicamente a diversos componentes. De acuerdo al compuesto que se transporte dicha función puede ser designada:
 - Respiratoria: transporte de gases entre los tejidos y los pulmones.
 - Nutritiva: distribución de nutrientes desde el intestino hasta los tejidos.
 - Excretora: transporte de productos de desecho del metabolismo desde el lugar de producción hasta el lugar de eliminación.
2. Homeostática: el registro de medidas tan importantes como el pH, la temperatura, la revisión del volumen hídrico o de los electrolitos corporales se cumple por medio de la sangre.
3. Comunicación y defensa: el transporte de intermediarios informativos como las hormonas y otros se efectúa a través de la sangre. Igualmente que la protección del organismo dispone con algunas células y proteínas de la sangre que intervienen en los procesos de defensa orgánica frente a la invasión de gérmenes patógenos o para la expulsión de cuerpos extraños.
4. Principales vías de canalización vascular humana:
 - Principales arterias: son tubos que parten del corazón y se dividen, llevando sangre rica en oxígeno, y de acuerdo a la forma que adopten o hueso y órgano junto al cual

corran, adoptan distintas designaciones, como humeral, renal o coronaria, entre otras. Estas son:

- Arteria Pulmonar que sale del Ventrículo derecho y transporta la sangre a los pulmones.
 - Arteria Aorta que sale del Ventrículo izquierdo y se fragmenta.
 - Las carótidas: contribuyen con sangre oxigenada a la cabeza.
 - Subclavias: contribuyen con sangre oxigenada a los brazos.
 - Hepática: contribuyen con sangre oxigenada al hígado.
 - Esplénica: contribuyen con sangre oxigenada al bazo.
 - Mesentéricas: contribuyen con sangre oxigenada al intestino.
 - Renales: contribuyen con sangre oxigenada a los riñones.
 - Iliacas: contribuyen con sangre oxigenada a las piernas.
- Principales venas: después que la sangre ha liberado el oxígeno y reunido el dióxido de carbono, este fluido comienza el viaje de retorno hacia el corazón y los pulmones a través de las venas. A diferencia de las arterias, sus paredes son menos flexibles, y cada determinado trayecto posee válvulas que imposibilitan que la sangre descienda por su propio peso. Estas son:
 - La cava superior constituida por las yugulares que arriban de la cabeza y las subclavias (venas) que provienen de los miembros superiores.
 - La cava inferior a la que van las Iliacas que provienen de las piernas, las renales de los riñones, y la suprahepática del hígado.
 - La coronaria que envuelve el corazón.
 - En la aurícula izquierda convergen las cuatro venas pulmonares que trasladan sangre desde los pulmones y que es sangre arterial.

Componentes de la sangre

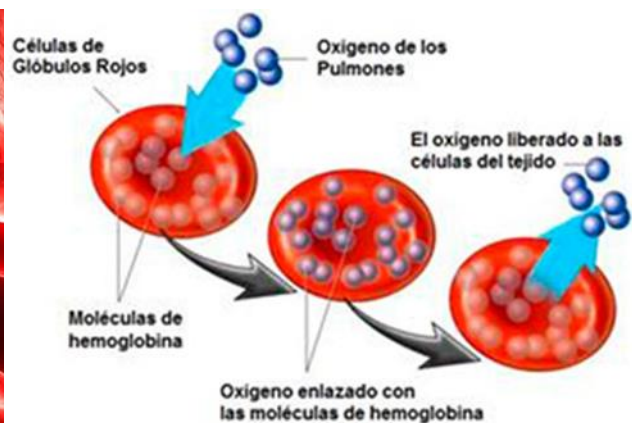
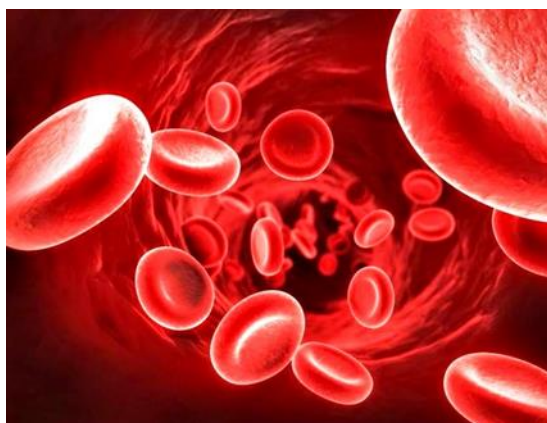
Eritrocitos: también se los denomina hematíes o glóbulos rojos (RBC), son células anucleadas que no poseen orgánulos típicos. Son las más abundantes de la sangre, cumplen la función de transportar el oxígeno desde los pulmones hasta el resto de los tejidos. Para poder cumplir dicha función generan grandes cantidades de hemoglobina. La hemoglobina es la proteína que se encuentra presente en el torrente sanguíneo, la cual permite que el oxígeno sea transportado desde los órganos del sistema respiratorio hacia todas las regiones y tejidos. Es un pigmento de coloración rojiza que, al entrar en contacto con el oxígeno, se torna de tono rojo escarlata, que es el color característico de la sangre de las arterias. En cambio, al perder oxígeno, la hemoglobina se torna rojo oscuro, que es el

color que identifica a la sangre de las venas. Esta se encuentra compuesta por dos pares de cadenas polipeptídicas, de las cuales cada una de ellas está adherida a un grupo hemo. Los átomos de hierro de dichas combinaciones permiten enlazarse a una molécula de oxígeno. Al permanecer unida con oxígeno, la hemoglobina recibe el nombre de hemoglobina oxigenada u oxihemoglobina. En cambio, si pierde oxígeno, se denomina hemoglobina reducida.

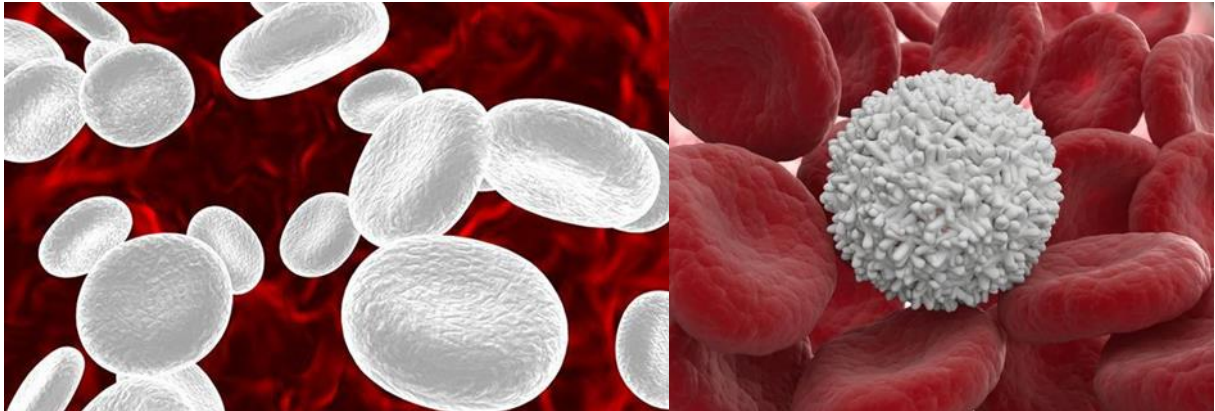
La forma de los eritrocitos es de disco bicóncavo, y se encuentra sostenida por proteínas de la membrana en asociación con el citoesqueleto, que suministra estabilidad mecánica y la flexibilidad esencial para resistir las fuerzas realizadas durante la circulación.

La vida media de estos es de 120 días. En un individuo sano, alrededor del 1% de los eritrocitos se expulsa de la circulación cada día debido al envejecimiento; sin embargo, la médula ósea provoca continuamente nuevos eritrocitos para suplantar a los excluidos. La mayoría de los eritrocitos envejecidos sufre fagocitosis por los macrófagos del bazo, la médula ósea y el hígado. El resto de los eritrocitos envejecidos se descompone por vía intravascular y libera cantidades insignificantes de hemoglobina hacia la sangre.

Hay cerca de treinta trillones de eritrocitos circulando en la sangre humana en un mismo tiempo.



Leucocitos: también se los denomina células blancas, son defensoras. La función de estos es defender el cuerpo contra bacterias y otros microorganismos patógenos. Se pueden encontrar diversos tipos de estos y todos ellos poseen distintos tamaños, formas, estructuras y funciones. Los leucocitos luchan contra las infecciones y enfermedades. Hay cerca de 430 billones circulando en la sangre humana a la misma vez.



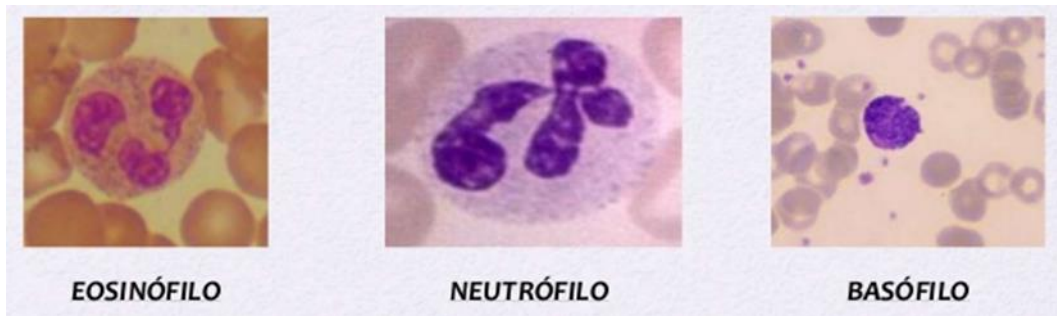
Los leucocitos se subclasifican en dos grupos. El motivo de esta división es la presencia o ausencia de gránulos definidos predominantes en el citoplasma. Las células que poseen gránulos específicos se atribuyen como granulocitos (dentro de estos se dividen en neutrófilos, eosinófilos y basófilos), y las células que carecen de gránulos específicos se catalogan como agranulocitos (dentro de estos se dividen en linfocitos y monocitos). Sin embargo, tanto los granulocitos como los agranulocitos muestran una pequeña cantidad de gránulos inespecíficos azurófilos que son los lisomas.

Granulocitos:

Neutrófilos: son los leucocitos más abundantes y asimismo los granulocitos más frecuentes. Si bien su designación se debe a la ausencia de tinción citoplasmática, de igual forma se determinan por las múltiples lobulaciones de su núcleo, por lo cual asimismo adoptan la denominación de neutrófilos polimorfonucleares o polimorfos. Son fagocitos activos que emplean una gran diversidad de receptores de la superficie para reconocer bacterias y otros agentes infecciosos en los sitios de inflamación.

Eosinófilos: adopta su nombre con motivo de los grandes gránulos refringentes de su citoplasma. Se relacionan con reacciones alérgicas, infestaciones parasitarias e inflamación crónica. Los eosinófilos se desenvuelven y maduran en la médula ósea. Una vez que se libran de esta, transitan en la sangre periférica y después migran al tejido conjuntivo.

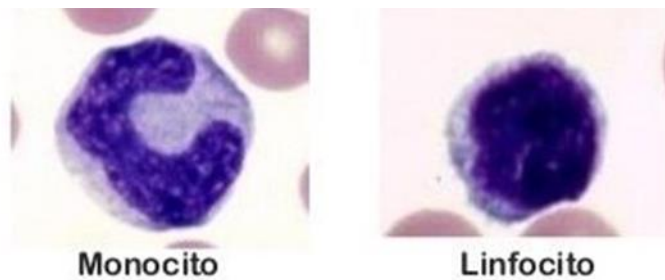
Basófilos: son los menos abundantes de todos los leucocitos. La función de los mismos se encuentra vinculada con la de los mastocitos. Intervienen en las reacciones alérgicas y, junto con los mastocitos liberan histamina, heparina, heparan sulfato, y otros mediadores de la inflamación. Los basófilos se desenvuelven y maduran en la médula ósea y son liberados hacia la circulación como células maduras.



Agranulocitos:

Linfocitos: son las primordiales células funcionales del sistema linfático o inmunitario. Son los más numerosos en la lámina propia del tubo digestivo y de las vías respiratorias, en el cual intervienen en la inmunovigilancia contra agentes patógenos y sustancias extrañas que se insertan en el organismo al atravesar el revestimiento epitelial de dichos sistemas.

Monocitos: son los antecesores de las células del sistema fagocítico mononuclear. Se convierten en macrófagos que intervienen como células presentadoras de antígenos en el sistema inmunitario.



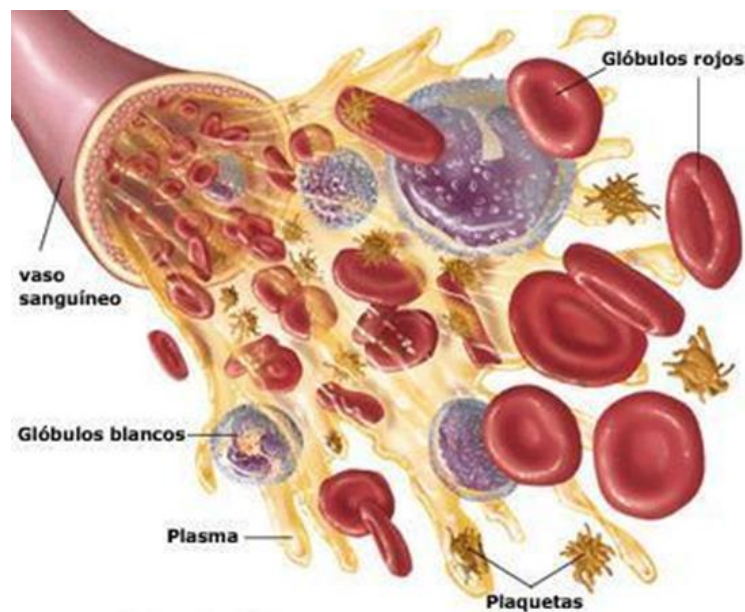
Plaquetas: también denominados trombocitos. Son fragmentos de grandes células que se han quebrantado en la médula ósea. Dichos segmentos de citoplasma se encuentran encerrados por una membrana sin núcleo. Actúan en diversos aspectos de la hemostasia (detención de la hemorragia). Continuamente examinan el revestimiento endotelial de los vasos sanguíneos en indagación de roturas. Cuando la pared de un vaso sanguíneo se lesiona o se rasga, el tejido conjuntivo expuesto en el sitio del daño suscita la adhesión plaquetaria. La adhesión de las plaquetas desata su desgranulación y la liberación de serotonina, adenosina difosfato (ADP), y tromboxano A₂.



El **plasma** es un fluido amarillento que traslada a los eritrocitos suspendidos, leucocitos y plaquetas. Está formado por agua (92%), proteínas (7%), y otros materiales como las sales, desechos y hormonas, entre otros. El plasma constituye aproximadamente el “55%” de la sangre. El restante “45%”, está compuesto por las células sanguíneas y plaquetas. Debido a que el plasma es más ligero que las células sanguíneas y plaquetas, puede separarse sencillamente. El plasma no se separa de las células sanguíneas en el cuerpo ya que está en un estado constante de agitación.

Es muy rico en proteínas, entre las cuales destacan como las más importantes: la albúmina, los factores de la coagulación y las inmunoglobulinas.

Cuando se coagula la sangre y se consumen los factores de la coagulación, la parte fluida que queda se llama suero sanguíneo.



Propiedades físicas de la sangre

Los exámenes de las propiedades físicas de la sangre son significativos para que se consiga advertir sus características en la escena del crimen, constituidas por caídas o impacto. Las particularidades de ciertas manchas estribarán de estas propiedades: viscosidad, tensión superficial y la densidad (James & Kish, 2005).

- **Viscosidad:** se denomina también consistencia, y establece la resistencia del fluido. La sangre no posee viscosidad constante, se modifica con la presión y disminuye al acrecentar la temperatura. Además se dice que la sangre debido a la carga electronegativa de los eritrocitos adquiere una viscosidad alrededor de cuatro veces mayor que el agua.
- **Tensión superficial:** es ocasionada por cohesión de las mismas moléculas que se localizan en el líquido, produciendo un aumento de la fuerza que causa el líquido al resistir la separación. En la sangre, dicha tensión es encargada de permitir que la gota permanezca esférica en vuelo.
- **Densidad:** la sangre posee una densidad equivalente al agua: 1,06 g/cm³, cuando el agua tiene 1 g/cm³. La densidad es la medida de la masa de una sustancia y su volumen, por lo que cuanto mayor sea la masa, mayor será su resistencia. Por lo tanto, durante la constitución de una gota de sangre, la masa está afectada con su resistencia, entonces la fuerza aplicada a la fuente de la sangre es el origen principal del patrón de manchas que serán formadas.

LAS MANCHAS DE SANGRE EN LA ESCENA DEL HECHO

Mancha es “toda modificación de color, toda suciedad o toda adición de una materia extraña, visible o no en la superficie del cuerpo humano, sobre Instrumentos o sobre un objeto cualquiera, determinada por el depósito de un producto líquido, blando y algunas veces sólido, de cuyo estudio se puede establecer relaciones de la participación de una persona o cosa en un hecho delictivo” (Gisbert Calabuig, Juan. 1992).

Las manchas de sangre son el indicio más significativo y habitual en crímenes violentos; cuando estas se encuentran deberían ser analizadas cuidadosamente bajo todos sus aspectos. Dicho aspecto se modifica con la antigüedad y el soporte sobre el que caen las manchas. En los tejidos absorbentes y claros las manchas muestran una coloración rojo oscura, que con el transcurso del tiempo tiende a ennegrecerse más. Si estas fueron

lavadas con agua, el color cambia desde rosado a amarillento, propagando el pigmento a través del tejido en forma irregular, con partes más densas que otras.

En los tejidos oscuros las manchas de sangre podrían no ser visibles, y para revelarlas, sería necesario recurrir a reactivos quimioluminiscentes, como la fluorescencia y el luminol o bluestar.

Cuando la mancha se encuentra sobre soportes no absorbentes forma escamas brillantes o agujas. Si la sangre se encuentra fresca, dichas escamas son rojas, no obstante el color depende asimismo del grosor de la misma. Las mismas se van haciendo más oscuras con el paso del tiempo.

El estudio de los patrones de manchas de sangre se puede denominar como la examinación de sus formas, localización y distribución que logre contribuir a la interpretación de los hechos materiales que procuraron su origen.

Los exámenes realizados sobre dichos patrones en la escena o vestimenta de los principales sospechosos y víctima, pueden ser empleados para contribuir a ratificar o refutar las presunciones concernientes a los acaecimientos y a su secuencia, confirmar o negar las afirmaciones realizadas por los principales sospechosos, víctima y testigos, a través de las consiguientes determinaciones:

- El sitio desde el cual la sangre fue esparcida.
- La dirección y velocidad de impacto.
- Tipo y número de impactos.
- La postura de la víctima durante la agresión (parada, sentada o echada).
- Arma empleada.
- Movimientos al momento del ataque como así también posteriormente, tanto de la víctima como del atacante (prueba de lucha).
- Intentos de modificar la escena, limpieza de manchas de sangre transferidas, etc.

La interpretación de los rastros de sangre hallados en la escena del crimen es uno de los semblantes más interesantes de la labor de los criminalistas, puesto que cuando se está ante un contexto en el cual aparentemente se perpetró un crimen, la localización de estos rastros constituye uno de los principales indicadores a tener en cuenta.

Las manchas de sangre permiten presumir un sinnúmero de situaciones relacionadas a los hechos. Pero sin embargo, existen casos en los que el agresor ha tomado todas las

reticencias para hacer desaparecer las evidencias. Armas, paredes, pisos, alfombras, indumentaria y zapatos, pueden ser lavados de manera tal que se vuelve imposible encontrar alguna evidencia que relacione al agresor con la víctima y con la escena del hecho.

Inclusive en diversos sitios se logra observar manchas pero no es factible establecer su origen y constitución, originándose la incertidumbre de si pertenece a tejido hemático o no.

Para ello la Criminalística y la Química Forense recurren a diversos mecanismos para determinar la presencia de manchas o si estas se equivalen a la composición química de la sangre humana.

Una de las pruebas orientativas reside en la aplicación de Luminol en la escena del hecho para hallar manchas que, inclusive, subsisten invisibles al ojo humano por distintas circunstancias, ya sea porque se ha lavado la superficie, porque es muy antigua o porque existe en microscópicas proporciones.

EL LUMINOL

Evolución

El Luminol químicamente se denomina “3 aminophtalahidrazida” y fue sintetizado por Smicthz en 1902 quien comprobó que esa sustancia origina una quimioluminiscencia (reacción química que produce luz) de color azul fluorescente en soluciones ácidas con pH menor a 7. Otro químico llamado Lommel, en 1927 observó de la misma manera esa quimioluminiscencia posteriormente a la oxidación del compuesto en un medio alcalino (soluciones con pH mayores a 7).

Luego de un año, en 1928, el químico alemán H.O. Albrecht descubrió que la sangre, entre otras sustancias, acrecentaba la luminiscencia de Luminol en una solución alcalina de peróxido de hidrógeno. Además fue el, quien en 1934, por primera vez, designó a este compuesto como “Luminol”. Ya en 1936, Karl Gleuy Pfannstiel Karl ratificaron que esto se debía a la presencia de la hematina presente en la sangre, correspondiente a la capacidad de peroxidación de la hemoglobina.

En 1937 el alemán Walter Specht, científico forense, efectuó los primeros estudios para la aplicación práctica del Luminol en la escena del hecho. Sus amplios estudios sobre la aplicación de Luminol para la localización de sangre incluyeron manchas sobre pasto, ladrillos, piedras e incluso tierra, las cuales habían sido primero manchadas con líquido hemático. Specht dejó las muestras varios días en condiciones ambientales normales y a la

intemperie para inmediatamente aplicar Luminol. Los resultados indicaron que el compuesto actuaba en las áreas que contenían los rastros de sangre, las que presentaron luminiscencia durante quince minutos aproximadamente, sin embargo advirtió mayor respuesta quimioluminiscente en las manchas de sangre antiguas, que en las manchas frescas.

Dos años después, en 1939, los investigadores Moody y Proescher, fundándose en la indagación de Specht, emplearon Luminol en papel, tela y piezas de hierro que contenían manchas de sangre de tres años de antigüedad, alcanzando resultados satisfactorios. En 1942, el bioquímico McGrath, consiguió demostrar que las manchas de sangre antiguas proporcionaban una reacción más fuerte y extendida, debido a que en éstas hay mayor concentración de metahemoglobina hemática.

Otro químico el Dr. Grodsky, en 1951, planteó para su uso como reactivo una combinación de polvos preparado de Luminol, carbonato de sodio y perborato de sodio con agua destilada y diluidos en un solvente. Esta se convirtió posteriormente en la fórmula más utilizada frecuentemente por los investigadores para revelar rastros de sangre en la escena del crimen.

No obstante, esta fórmula es muy inestable y tóxica por la liberación de perborato de sodio. Por otra parte el empleo de carbonato de sodio provoca una reacción lenta en el proceso de oxidación de la hemoglobina, por lo que la luminiscencia en presencia de sangre es muy breve en términos de tiempo y débil en intensidad. Una vez que los agentes reactivos son diluidos en el agua, la existencia útil de la solución es muy corta.

En 1966, Weber formuló una composición formada de Luminol, hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, peróxido de hidrógeno diluido en agua destilada. La solución lograda se debe depositar en un lugar fresco, protegido de la luz continua y si bien su vida útil igualmente es breve, la reacción luminosa se consigue fotografiar en oscuridad total, o ser filmada con cámara de visión nocturna.

En 1978, los investigadores Lytle y Hedgecock investigaron los efectos del Luminol en solución alcalina sobre la sangre revelada por la prueba, concluyendo que no perturbaba la actividad enzimática de los eritrocitos, por lo cual era viable esta prueba orientativa para determinar el origen humano de la sangre; sin embargo no lograron los efectos del reactivo en la determinación del grupo ABO en las manchas, ni análisis de marcadores genéticos del ADN.

Posteriormente en 1986, Thornton y sus colaboradores observaron hasta qué punto el Luminol era reactivo en pequeñas muestras de sangre o cuando el tejido hemático era

disuelto después del lavado de la superficie en el cual la sangre estuvo inicialmente depositada y consiguieron divisar luminiscencia a simple vista en manchas diluidas en una proporción de 1:10000 partes (esto es una gota de sangre en 9.999 gotas de agua), por lo que explicaron que las pruebas de Luminol logran producirse aun cuando las superficies han sido frecuentemente lavadas.

Recientemente el Dr. Loic Blum consiguió sintetizar una nueva fórmula basada en el Luminol, que conseguía desplazar a las anteriores, por demostrar mayores ventajas en la utilización de la reacción, no era tóxica, poseía mayor duración y brindaba una mayor quimioluminiscencia ante la presencia de hemoglobina. Dicha fórmula se la conoce comercialmente como BLUESTAR®FOREN-SIC.

Quimioluminiscencia

Las reacciones químicas se dividen en reacciones que requieren energía (endotérmicas) y reacciones que liberan energía (exotérmicas). En diversas situaciones se advierten reacciones exotérmicas en las que aparece fuego, pero no precisamente la liberación de energía o captación de la misma ha de ser en forma de calor. Se pueden encontrar reacciones químicas que se impulsan con la luz, y otras en las que la liberación de energía se efectúa a través de emisión de luminiscencia. A estas últimas se las llama reacciones quimioluminiscentes.

La luminiscencia es la emisión de luz no ocasionada por combustión y que, por ende, es producida a temperaturas menores. Un ejemplo es la luz que presentan algunas pegatinas o adhesivos que brillan en la oscuridad luego de la exposición a la luz natural o artificial. La luminiscencia es diferente de la incandescencia, que es la obtención de luz por materiales calentados.

Cuando determinados materiales absorben energía de diferentes clases, parte de esa energía puede ser emitida en forma de luz. Este proceso involucra dos etapas: la primera es que la energía inicial produce que los electrones de los átomos del material luminiscente se exciten y salten de las órbitas internas de los átomos a las externas. La segunda etapa es cuando los electrones regresan a su estado original, y se emite un fotón de luz. El intervalo entre una y otra etapa puede ser breve (menos de una cienmilésima de segundo) o extenso (varias horas). Cuando dicho intervalo es breve, el proceso se denomina fluorescencia; cuando el intervalo es extenso, fosforescencia. En ambos casos, la luz ocasionada es casi siempre de menor energía (de mayor longitud de onda) que la luz que causa la excitación.

La realización de quimioluminiscencia depende de diferentes elementos. En principio, la reacción debe proporcionar suficiente energía para constituir un estado de excitación química. Posteriormente, la reacción debe originar una reacción que sea capaz de crear un estado eléctricamente excitado. Y finalmente, la reacción debe continuar un mecanismo que favorece la obtención del estado basal por la emisión de un fotón. Cuando se emplea Luminol sobre superficies que contienen sangre hay una reacción química entre diferentes productos químicos y la hemoglobina (proteína en la sangre que lleva el oxígeno). Hay una interrupción de las moléculas, que se cambian para constituir distintas moléculas. En la reacción química del Luminol, las moléculas originales (reactivo) poseen más energía que las nuevas (producto). La luz adicional es eliminada bajo la forma de fotones ligeros.



Quimioluminiscencia. Fotografía obtenida del Journal of Bloodstain Pattern Analysis

Producción de la reacción

El Luminol es una sustancia que al oxidarse en medio básico emite luz. Para producir dicha reacción es necesario un agente oxidante (sustancia capaz de aceptar electrones en una reacción química), un catalizador (sustancia que sin formar parte de los productos finales, facilita o impide la reacción), y finalmente un medio básico con un pH mayor a 10.

En la reacción a evaluar, el Luminol se oxida con el perborato de sodio en un medio alcalino inducido por el bicarbonato de sodio y en presencia de un catalizador, en este caso el Fe de la sangre. Se oxida con el perborato de sodio, que reemplaza y libera dos nitrógenos, lo que causa que el Luminol llegue al estado de excitación. Esto provoca la emisión de un fotón, que se aprecia como un brillo azulado.



A diferencia de lo que ocurre con otros fluidos corporales como la orina, semen, sudor, saliva o fluidos vaginales, los cuales logran evidenciarse por su exposición a la luz ultravioleta, las manchas de sangre precisan un revelador para alcanzar a observarlas, debido a que ante la luz UV no emiten radiación, ya que mientras que otros fluidos biológicos son idóneos de absorber y emitir luz por fluorescencia, la sangre no emite luz sino que la absorbe.

En soportes completamente lisos y con un color específico logran detectarse manchas de sangre al irradiarse con luz, siendo la longitud de onda de 415 nm la de mayor absorción. Por ende se revela la sangre no por su emisión de luz o fluorescencia sino por su ausencia, al percibir una zona que se muestra más oscura.

Ante la presencia de sangre, la prueba de quimioluminiscencia que provee el Luminol, corresponde a la categoría de “pruebas orientativas”, por lo que no es confirmatoria, en cuyo caso corresponderá realizar otro tipo de pruebas. Asimismo la utilización del Luminol reacciona también con numerosas sustancias como metales, jugos de fruta, detergentes, siendo viable también que dichas sustancias ocasionen reacciones inespecíficas, produciéndose falsos positivos. Por ello, en su aplicación práctica, la luminiscencia manifiesta meramente la posibilidad de sangre en el área. Sin embargo un perito especializado en la aplicación de dicha prueba al examinar la velocidad de reacción, la intensidad y la duración puede establecer si se trata de sangre u otro elemento químico. No obstante es incuestionable su auxilio en la investigación, ya que permite revelar qué zonas pudieron estar manchadas con sangre.

Aplicación de la prueba

La prueba del Luminol posiblemente es la reacción química más indicada para la localización de manchas de sangre no perceptibles al ojo humano, debido a su alta sensibilidad y asimismo se puede utilizar en diversas superficies tales como madera, cemento, tela, cartón, vidrios, etc. Si bien existen diferentes métodos para revelar las manchas de sangre, la aplicación del Luminol es interesante puesto que es una prueba muy

sensible, lo que permite emplearla en la localización de manchas que han sido lavadas anteriormente. Además se ha observado reacciones positivas en muestras disueltas hasta diez mil veces y es capaz de revelar manchas de sangre de hasta 25 años de antigüedad.

Además se ha probado que la aplicación del Luminol sobre manchas de sangre no imposibilita el análisis de ADN por PCR, por ende sobre los indicios que sean localizados se debe analizar si es factible su extracción para el análisis del ADN, lo cual ha aportado a la criminalística la posibilidad de examinar indicios mínimos que de otra forma no serían factibles de estudiar.

Numerosos crímenes se vuelven enigmáticos para el investigador debido a la destrucción de evidencia que imputa al culpable. Muchas veces sucede que ante la presencia de manchas de sangre lavan el piso, alfombras, muebles, ropas, interior de vehículos e inclusive pintan paredes. Previamente a la aplicación del Luminol es importante que los especialistas recurran a la pronta aplicación de técnicas fotográficas, de video o filmación pericial, lo cual es esencial para demostrar la aparición de luminiscencia en presencia de sangre. Esto también permitirá luego, obtener una idea completa de la extensión de las manchas, como así además, establecer una idea de cómo acontecieron los hechos.

Para la aplicación del Luminol es necesario utilizar guantes y prendas que resguarden al perito de la sustancia, como así también barbijos para impedir la inhalación de los gases del fluido. Comúnmente se utiliza humedeciendo las superficies con un atomizador, pudiendo cubrirse grandes áreas ya sean de pisos, paredes, muebles, incluso piedras, tierra y plantas.

Es conveniente llevar a cabo los exámenes en un ambiente oscuro para poder observar la reacción de luminiscencia y fotografiarlas con una abertura de diafragma y regulación del obturador apropiado para captar las pequeñas zonas que consiguieran reaccionar.

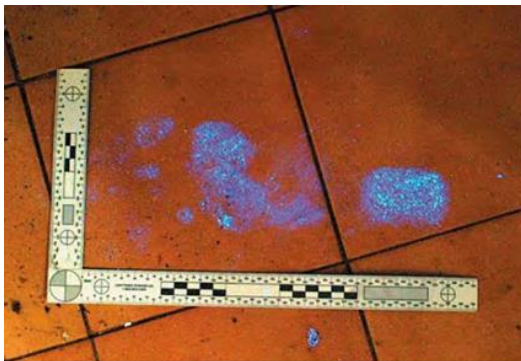
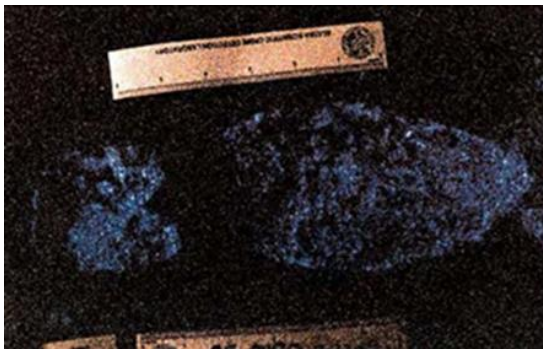
Al emplear el químico, habitualmente en diez a quince segundos se revela la reacción, por tanto no es conveniente la multitud de gente cerca de la zona, para que el fotógrafo logre documentar la reacción de manera inmediata. Una vez revelada la reacción corresponde apreciar su posible naturaleza.

La vida media del Luminol ya elaborado, es de ocho horas, por lo cual debe tenerse la cautela de no exceder este tiempo en su utilización.



Diferentes presentaciones del BLUESTAR FORENSIC

Aplicaciones del Luminol en diferentes soportes:





OXÍGENO ACTIVO

El oxígeno activo o, en realidad, el percarbonato de sodio es un blanqueador que se suele comercializar en formato en polvo y que necesita ponerse en contacto con el agua para reaccionar. Al hacerlo, se libera un oxígeno con gran capacidad para penetrar en los tejidos, lo que permite descomponer manchas y gérmenes de los tejidos.

A diferencia de la lavandina, los productos con oxígeno activo no contienen hipoclorito de sodio, por lo que su acción no es tan corrosiva ni tampoco desinfecta como la primera. Por esta razón se puede utilizar para lavar una mayor variedad de tejidos sin temor a deteriorar los colores. Además, es un compuesto que se puede combinar con otros productos a la hora de la limpieza, sin peligro de que haya reacciones químicas, por lo cual se suele decir que es más respetuoso con el medio ambiente.

Cómo usar el oxígeno activo

Debido a su poder blanqueador, el oxígeno activo suele usarse en combinación con el detergente ordinario para conseguir una limpieza más completa de las prendas. De hecho, algunos detergentes incluyen en su composición oxígeno activo para combatir más eficazmente las manchas. Este tipo de productos se suelen comercializar en formatos de blanqueador (para lavar la suciedad de la ropa blanca) o quitamanchas (para lavadoras de color).

Eliminar manchas difíciles con oxígeno activo

Ante manchas difíciles de grasa, fruta, chocolate, barro, o en nuestro caso sangre, lo mejor para conseguir eliminarlas por completo es poner la prenda en remojo o aplicar

directamente en la mancha el oxígeno activo, dependiendo de la cantidad de superficie afectada.

Para poner a remojo prendas con oxígeno activo solo hay que disolver la cantidad de producto que indique el envase en agua e introducir la prenda unas horas (nunca más de 12) para que las manchas se diluyan. Para tratar manchas directamente sobre los tejidos también se disuelve una pequeña cantidad del producto con oxígeno activo y se aplica sobre la mancha para que repose durante 10 minutos.

Lavado con agua fría y caliente

Esto influye a la hora de lavar la ropa y diversas superficies, ya que en general, al utilizar temperaturas altas (a partir de los 40°C) se acelera el proceso y por lo tanto las impurezas fijadas en la superficie se desprenden con más facilidad que al utilizar agua fría. Además, algunos detergentes están especialmente formulados para activarse con el agua caliente y pueden perder efecto si se utilizan en bajas temperaturas. En el caso del oxígeno activo, que es el detergente que se utilizará para lavar las manchas de sangre, se recomienda su utilización a una temperatura superior a 40°C, y adquiere mayor eficiencia a los 60°C.

Sin embargo, en el caso del lavado de manchas de sangre se presentan diferencias. Una mácula de sangre es una mancha orgánica, lo que significa que está llena de proteínas, y las proteínas están programadas para unirse cuando se calientan, por lo que se adhieren rápidamente en las telas. Es por ello que el lavado con agua caliente hace que la mancha sea más difícil de eliminar, y se recomienda el lavado con agua fría, ya que ayuda a que se descomponga y se disuelva la misma.

Proyecto de investigación “Dificultades en la identificación de sangre en la escena del crimen”

La investigación propuesta se plantea como una variante pertinente y útil del proyecto de investigación abordado por los Licenciados Medina, Marcos y Núñez, Luciano titulado como “Dificultades en la identificación de sangre en la escena del crimen”. El mismo centró como tema de interés la escena del crimen y las dificultades en la identificación de la sangre, tanto en el aspecto físico como en la revelación de las mismas con el reactivo químico Bluestar.

El problema de investigación propuesto consistió en determinar el grado de certeza y la posibilidad de una equivocada interpretación de rastros de sangre y/o sustancias que aparentan serlo, en una primera etapa de análisis extrínseco y en una segunda de análisis intrínseco (reacción al Bluestar). El objeto de dicha investigación fueron las manchas de sangre humana y sustancias de características físico-morfológicas análogas a aquella, sobre diversos tipos de soportes. Asimismo, los objetivos del mismo consistieron en:

- Identificación y hallazgo de los diferentes problemas suscitados al momento de la individualización, toma y análisis extrínseco de sangre en un hecho presuntamente delictuoso.
- Evaluación del comportamiento de las diversas sustancias análogas, en apariencia, a la sangre y posteriormente la comparación con ésta.
- Determinación de los factores que afectan en la identificación y toma de muestras de sangre de acuerdo al ambiente donde se encuentren.
- Determinación de los factores que afectan en la identificación y toma de muestras de sangre de acuerdo al soporte donde se encuentren.

La técnica que se eligió para el abordaje empírico de dicho estudio se basó en el análisis scopométrico. En primer lugar se efectuó un análisis detallado de los elementos y condiciones posibles a tener en cuenta en la investigación. Estas fueron: los elementos (sangre en diferentes calidades) y sustancias similares a simple vista tales como el ketchup y la remolacha; los soportes utilizados; y la situación (hallazgo y ocultamiento).

Posteriormente se procedió al preparado de cada una de las variables que se decidió estudiar. Se solicitó al Lic. Meligeni en el Hospital Materno Infantil las muestras de sangre, que se conservaron en condiciones propicias para un deterioro relativamente controlado, las cuales se almacenaron sin frío pero en un lugar seco y sin luz, cuyo propósito fue el confrontamiento con muestras de sangre de reciente data.

En tercer lugar, se realizó la selección y obtención de los diferentes soportes en los que se efectuaron los implantes de las muestras que fueron analizadas. Los mismos fueron divididos en tres categorías: Textil (tela de lycra y tela de algodón); Automotor (alfombra, tapizado y vinílico automotor); y Hogar (cuchilla, esponja, madera, paño limpiador, cerámico, cemento y cepillo).

Luego se procedió a la preparación e implantación de todos los soportes a los que se les colocaron las muestras. Y por último, se aplicó luz UV y Bluestar en los diversos. Todo ello con el correspondiente respaldo fotográfico.

HIPÓTESIS

Mediante la utilización de detergentes que contengan oxígeno activo es posible eliminar rastros de sangre de diferentes clases de telas de manera que el examen del luminol no los logre detectar, debido a los componentes que forman el percarbonato de sodio, que producen un efecto inhibitorio en los métodos de detección de sangre.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en un espacio cerrado siendo este la habitación de un departamento ubicado en la calle Entre Ríos N° 1850 de la ciudad de Mar del Plata, el día lunes 29 de octubre de 2018 a las 11:00 horas. El mismo se finalizó el día miércoles 28 de noviembre de 2018 a las 11:00 horas.

Los insumos que se utilizaron para la experimentación fueron: muestras de sangre humana (glóbulos rojos desplasmados O+) en óptimo estado de conservación, las cuales fueron provistas por el Lic. Carlos Daniel Meligeni del Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil de la ciudad de Mar del Plata. Los diferentes soportes en los que se aplicaron las muestras de sangre, que fueron clasificados en textiles (algodón, jean, toalla), automotor (tapizado, alfombra), y hogar (cerámico, madera, esponja y rejilla de limpieza). El detergente con oxígeno activo para el lavado de los diferentes soportes, en este caso se utilizó el quitamanchas Vanish con oxígeno activo. El reactivo Luminol obtenido a través de División Forense ubicado en la ciudad de Buenos Aires, así como también agua destilada y un atomizador para la preparación del mismo. La toma fotográfica se efectuó con una cámara digital Panasonic 29 mm Wide. Asimismo para la manipulación de las muestras de sangre y la aplicación del Luminol se utilizó material esterilizado, guantes de nitrilo, guardapolvo, etc.

Para el correcto desarrollo de la experiencia se siguió una serie de procedimientos:

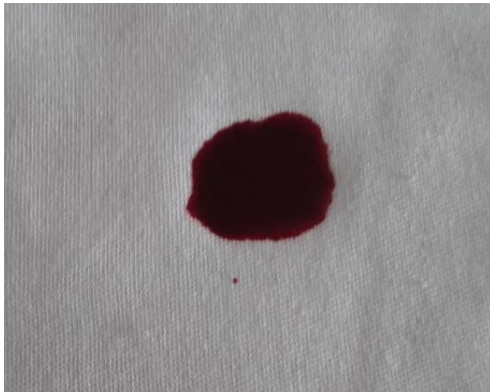
1. Se aplicó sangre en los distintos tipos de soportes: Textiles (algodón, jean, toalla), Automotor (tapizado, alfombra), y Hogar (cerámico, madera, esponja y rejilla de limpieza). La búsqueda de presuntas manchas de sangre en el lugar de un crimen, debe realizarse sobre muebles, ropas de cadáveres, paredes, pisos, techos, ventanas, puertas u objetos diversos del lugar, ya que todas estas superficies orientan al perito y sirven para establecer como acontecieron los hechos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la diversidad de prendas, superficies y objetos que se pueden encontrar en la escena, se hizo una selección de los más comúnmente utilizados y se los dividió a los mismos en textiles, automotor y hogar.
2. Se dejó secar los soportes durante diferentes periodos de tiempo: un día, cinco días, diez días, veinte días y treinta días. El reactivo del luminol muestra una alta sensibilidad ante la presencia de sangre, ya que es capaz de detectar cantidades muy pequeñas de hemoglobina, que es la proteína constitutiva de la sangre. Las posibilidades teóricas del Luminol permiten observar reacciones positivas en muestras diluidas hasta diez mil veces y detectar manchas de veinticinco años de antigüedad. Por ello, para la investigación se tuvo en cuenta un periodo de secado que abarca desde un día, hasta treinta días.

3. Se tomó las muestras y se las lavó con el detergente Vanish que contiene oxígeno activo, con las modalidades de agua fría y caliente. Esto influye a la hora de lavar la ropa y diversas superficies, ya que en general, al utilizar temperaturas altas (a partir de los 40°C) se acelera el proceso y por lo tanto las impurezas fijadas en la superficie se desprenden con más facilidad que al utilizar agua fría. Sin embargo, como la sangre está compuesta de proteínas, el uso de agua caliente provoca que la mancha se adhiera más a la superficie y no se logre eliminar.
4. Se realizó la prueba del Luminol con las diferentes muestras, con el correspondiente registro fotográfico.
5. Se verificó los resultados que arrojó dicha prueba en los distintos soportes.

EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La experimentación se inició el día lunes 29 de octubre de 2018 a las 11:00 horas, en la ciudad de Mar del Plata.

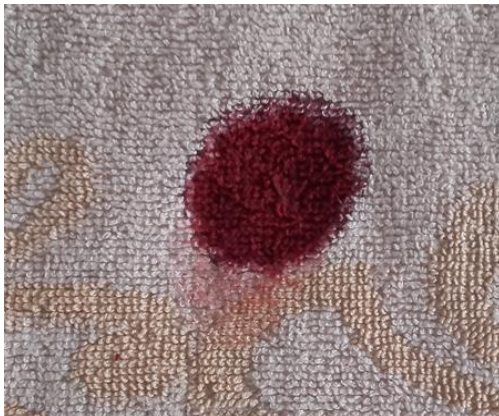
En primer lugar se procedió a colocar sangre en nueve soportes diferentes, siendo estos: algodón, jean, toalla, tapizado, alfombra, cerámico, madera, esponja y rejilla de limpieza. Posteriormente se realizó el respectivo registro fotográfico de los mismos.



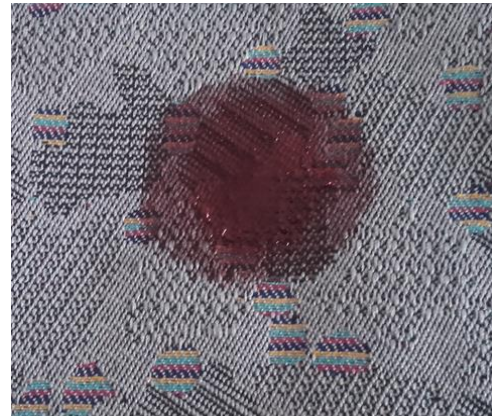
Soporte: algodón



Soporte: jean



Soporte: toalla



Soporte: tapizado automóvil



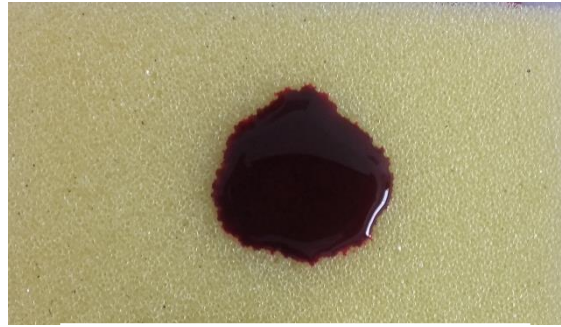
Soporte: alfombra automóvil



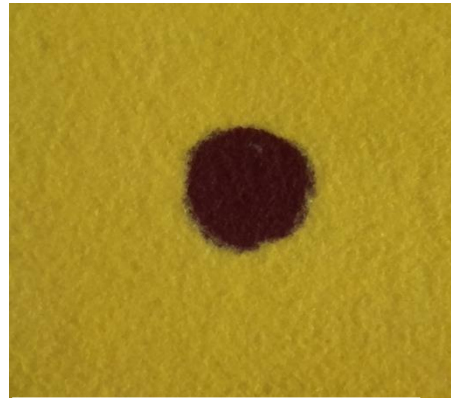
Soporte: cerámico



Soporte: madera



Soporte: esponja

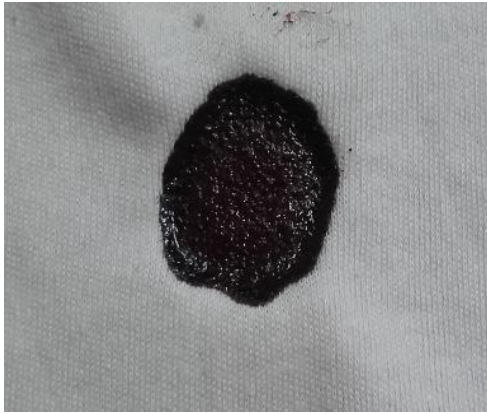


Soporte: rejilla de limpieza

Debido a que en dicha investigación se tienen en cuenta las variables de cinco periodos diferentes de secado de las muestras (un día, cinco días, diez días, veinte días y treinta días) y el lavado de las mismas con las modalidades de agua fría y caliente, se realizaron diez muestras con sangre de cada soporte, las cuales posteriormente cinco fueron lavadas con agua caliente, y cinco con agua fría.

Día 1

En primer lugar se procedió a realizar la toma fotográfica del estado de cada soporte transcurrido un día del comienzo de la experimentación. En los mismos no se observaron variaciones. Sin embargo, algunos de ellos como el algodón, toalla, tapizado de automóvil y esponja no se alcanzaron a secar por completo.



Algodón: agua fría



Algodón: agua caliente



Jean: agua fría



Jean: agua caliente



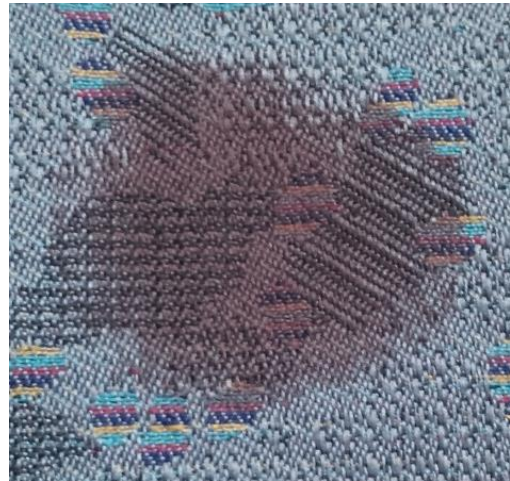
Toalla: agua fría



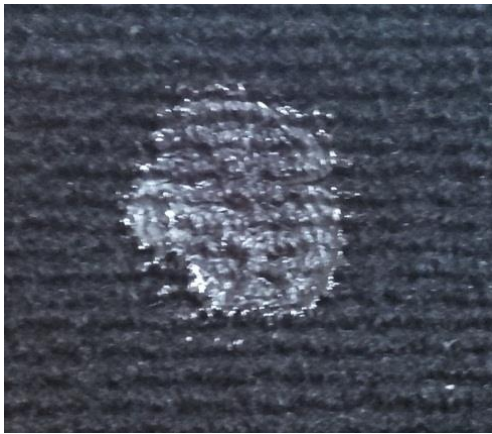
Toalla: agua caliente



Tapizado automóvil: agua fría



Tapizado automóvil: agua caliente



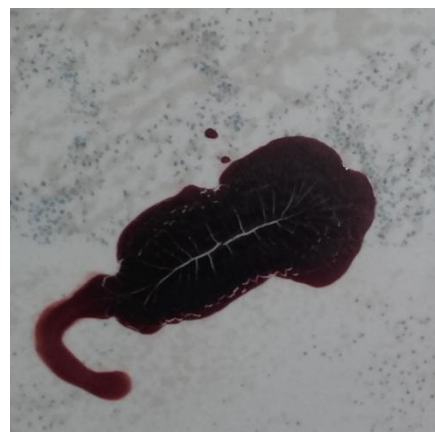
Alfombra automóvil: agua fría



Alfombra automóvil: agua caliente



Cerámico: agua fría



Cerámico: agua caliente



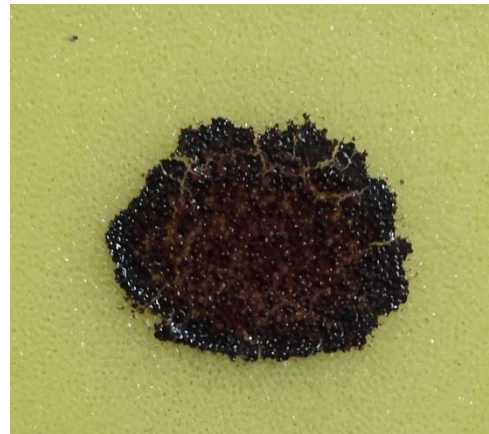
Madera: agua fría



Madera: agua caliente



Esponja: agua fría



Esponja: agua caliente



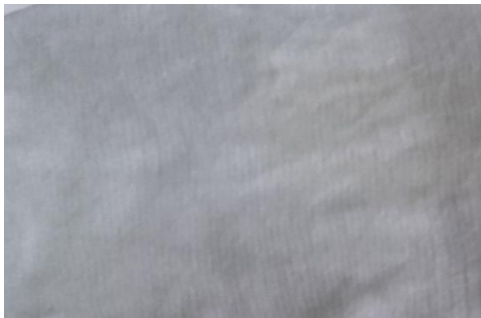
Rejilla de limpieza: agua fría



Rejilla de limpieza: agua caliente

Posteriormente se realizó el lavado de cada soporte con el oxígeno activo Vanish, y se fotografió el estado en que subsistieron los mismos.

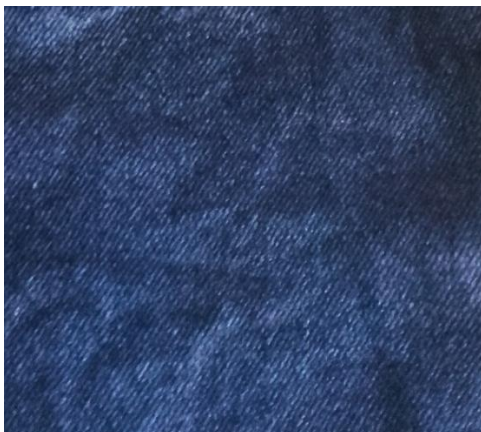
Con respecto a los soportes lavados con agua fría las manchas de sangre se lograron eliminar completamente, salvo en el caso de la madera y la rejilla de limpieza. En cambio, los soportes lavados con agua caliente presentaron una mayor dificultad respecto al lavado y en la mayoría de ellos no se logró eliminar completamente las manchas de sangre, tal como en el caso del algodón, jean, toalla, madera y rejilla de limpieza.



Lavado algodón con agua fría



Lavado algodón con agua caliente



Lavado jean con agua fría



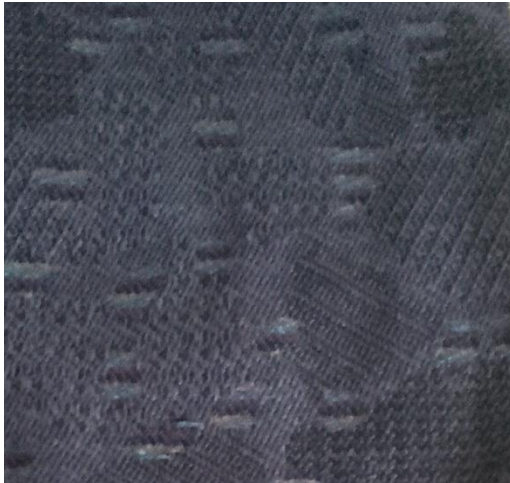
Lavado jean con agua caliente



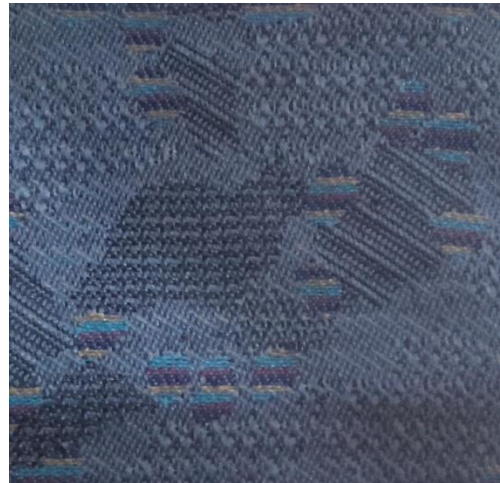
Lavado toalla con agua fría



Lavado toalla con agua caliente



Lavado tapizado de automóvil
con agua fría



Lavado tapizado de automóvil
con agua caliente



Lavado alfombra de automóvil
con agua fría



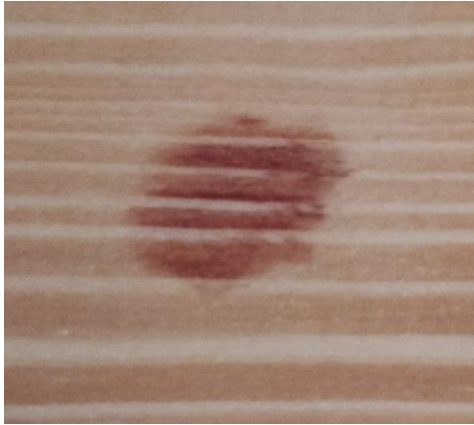
Lavado alfombra de automóvil con
agua caliente



Lavado cerámico con agua fría



Lavado cerámico con agua
caliente



Lavado madera con agua fría



Lavado madera con agua caliente



Lavado esponja con agua fría



Lavado esponja con agua caliente



Lavado rejilla de limpieza con agua fría



Lavado rejilla de limpieza con agua caliente

Por ultimo se efectuó la prueba del Luminol en los diferentes soportes. Para ello se mezcló el contenido de un tubo de polvo de Luminol (*figura 1*) con 250ml de agua destilada (*figura 2*), utilizando un recipiente con pulverizador (*figura 3*).



Figura 1



Figura 2



Figura 3

Antes de efectuar dicha prueba se tuvieron en cuenta las precauciones necesarias para el manejo del reactivo, así como también la preparación del área en donde se colocaron los soportes y se tuvo en cuenta que el lugar se encontrara completamente oscuro.

Respecto a los soportes lavados con agua fría la prueba del Luminol arrojó resultados negativos, ya que no logró detectar a ninguno de ellos. En cambio, con respecto a los soportes que fueron lavados con agua caliente el resultado fue distinto, solo reaccionó el tejido de algodón. Sin embargo, dicha reacción fue tan leve que no se logró visualizar en la toma fotográfica.

Día 5

Se efectuó la toma fotográfica del estado de cada soporte transcurridos cinco días del comienzo de la experimentación. En la misma se observó que respecto a los soportes alfombra de automóvil, cerámico, madera y esponja, al secarse las manchas de sangre las mismas se resquebrajaban.



Algodón: agua fría



Algodón: agua caliente



Jean: agua fría



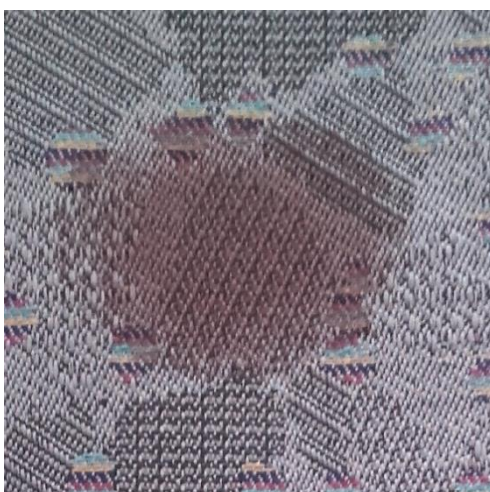
Jean: agua caliente



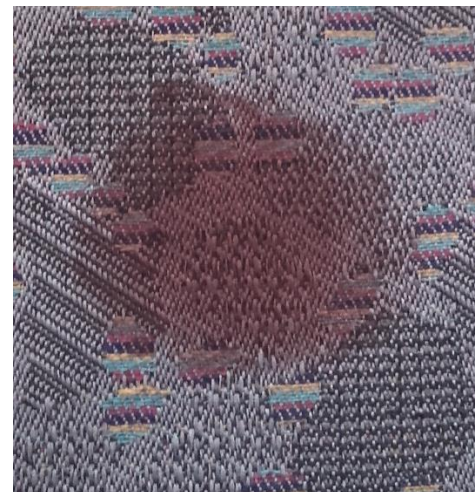
Toalla: agua fría



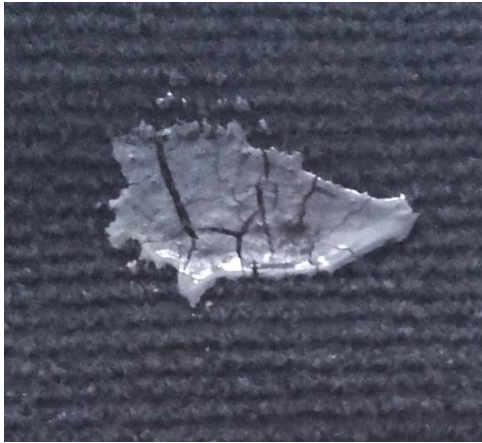
Toalla: agua caliente



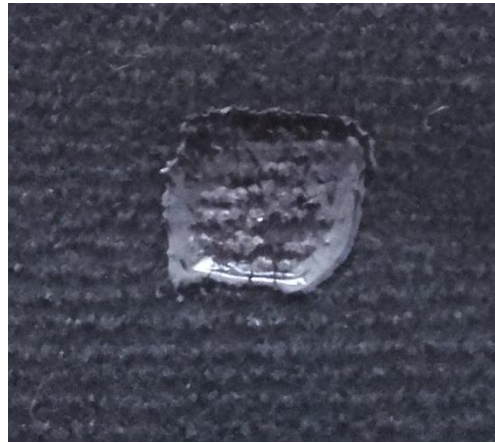
Tapizado automóvil: agua fría



Tapizado automóvil: agua caliente



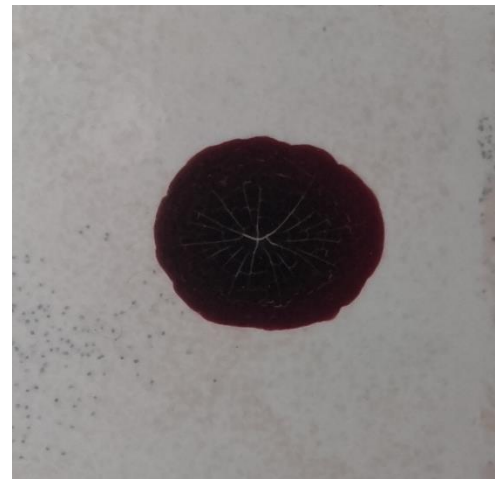
Alfombra automóvil: agua fría



Alfombra automóvil: agua caliente



Cerámico: agua fría



Cerámico: agua caliente



Madera: agua fría



Madera: agua caliente



Esjonja: agua fría



Esjonja: agua caliente



Rejilla de limpieza: agua fría



Rejilla de limpieza: agua caliente

Luego se realizó el lavado de cada soporte con el oxígeno activo Vanish, y se fotografió el estado en que subsistieron los mismos.

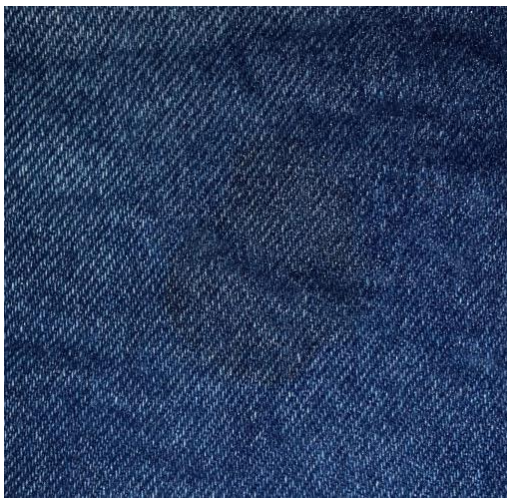
En los soportes lavados con agua fría las manchas de sangre solo se eliminaron completamente en el tapizado de automóvil y cerámico, tal como ocurrió con los lavados con agua caliente. Sin embargo, en el caso de estos últimos, el lavado presentó mayor dificultad y por eso en el caso de los soportes que no se lograron eliminar la mancha quedó mas impregnada que en los lavados con agua fría.



Lavado algodón con agua fría



Lavado algodón con agua caliente



Lavado jean con agua fría



Lavado jean con agua caliente



Lavado toalla con agua fría



Lavado toalla con agua caliente



Lavado tapizado automóvil con agua fría



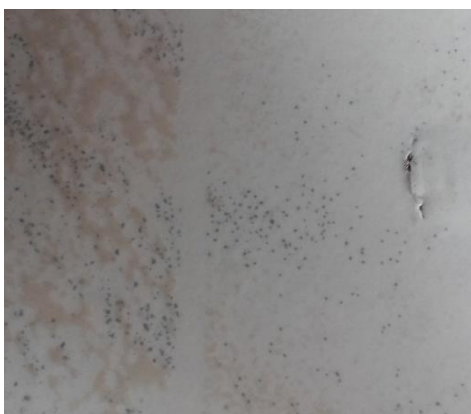
Lavado tapizado automóvil con agua caliente



Lavado alfombra de automóvil con agua fría



Lavado alfombra de automóvil con agua caliente



Lavado cerámico con agua fría



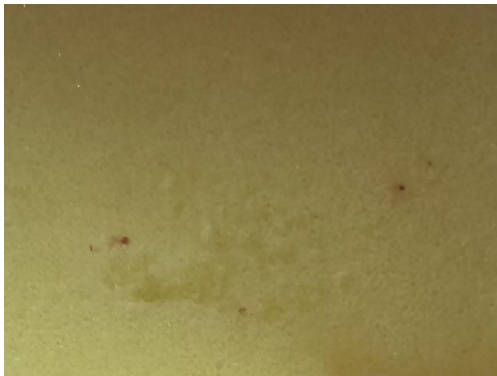
Lavado cerámico con agua caliente



Lavado madera con agua fría



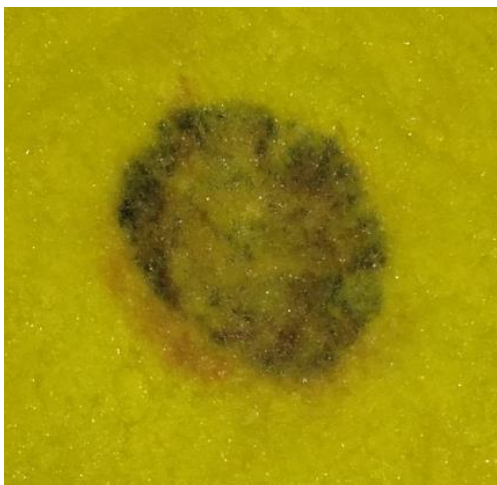
Lavado madera con agua caliente



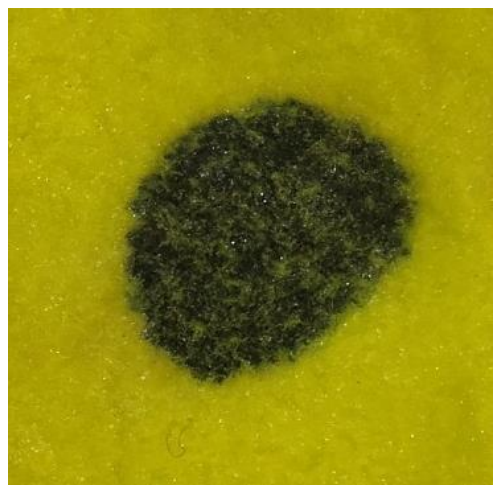
Lavado esponja con agua fría



Lavado esponja con agua caliente



Lavado rejilla de limpieza con agua fría



Lavado rejilla de limpieza con agua caliente

Posteriormente se efectuó la prueba del Luminol. Para la preparación del reactivo y demás circunstancias que se tuvieron en cuenta en la realización se procedió de igual manera que en lo mencionado al correspondiente *Día 1*.

Con respecto a los soportes lavados con agua fría reaccionaron todos pero de manera tenue, por lo que fueron imperceptibles al lente de la cámara. Por otra parte, los lavados con agua caliente también reaccionaron todos pero de manera más rápida e intensa. Sin embargo, en las fotos solo se pueden visualizar los soportes de algodón (*figura 1*), rejilla de limpieza (*figura 2*), alfombra de automóvil (*figura 3*) y toalla (*figura 4*).



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4

Día 10

Se efectuó la toma fotográfica del estado de cada soporte transcurridos diez días del comienzo de la experimentación. Tal como se mencionó en el *Día 5*, se advirtió que respecto a los soportes alfombra de automóvil, cerámico, madera y esponja, al secarse las manchas de sangre las mismas se resquebrajaban.



Algodón: agua fría



Algodón: agua caliente



Jean: agua fría



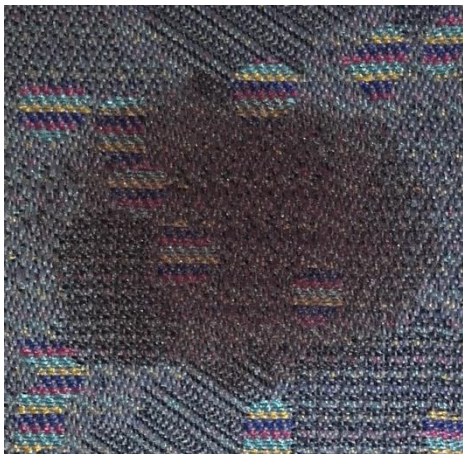
Jean: agua caliente



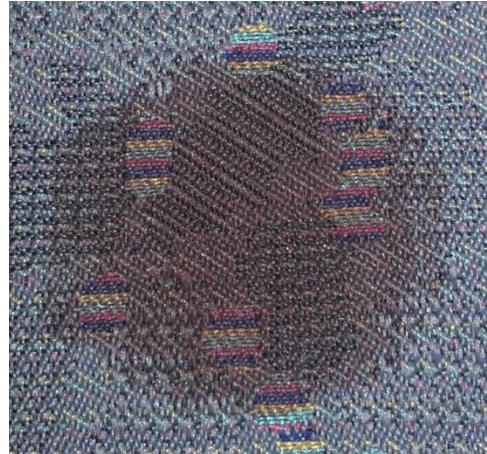
Toalla: agua fría



Toalla: agua caliente



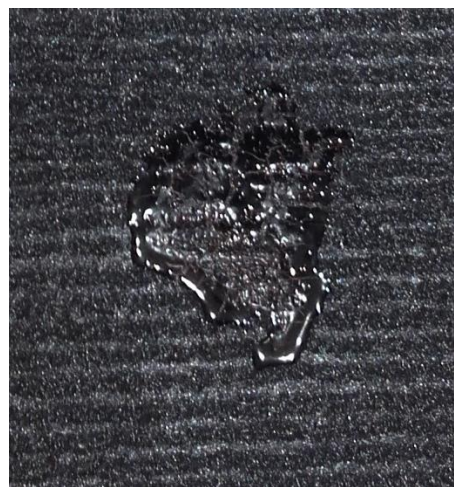
Tapizado automóvil: agua fría



Tapizado automóvil: agua caliente



Alfombra automóvil: agua fría



Alfombra automóvil: agua caliente



Cerámico: agua fría



Cerámico: agua caliente



Madera: agua fría



Madera: agua caliente



Esponja: agua fría



Esponja: agua caliente



Rejilla de limpieza: agua fría



Rejilla de limpieza: agua caliente

Posteriormente se lavó cada soporte con el oxígeno activo Vanish, y se fotografió el estado en que subsistieron los mismos.

Tal como sucedió en el *Día 5*, en los soportes lavados con agua fría las manchas de sangre solo se eliminaron completamente en el tapizado de automóvil y cerámico, lo mismo que en los lavados con agua caliente. En el caso de estos últimos, el lavado manifestó mayor complejidad y en aquellos soportes que no se consiguió eliminar la mancha, la misma permaneció mas impregnada que en los lavados con agua fría.



Lavado algodón con agua fría



Lavado algodón con agua caliente



Lavado jean con agua fría



Lavado jean con agua caliente



Lavado toalla con agua fría



Lavado toalla con agua caliente



Lavado tapizado automóvil con
agua fría



Lavado tapizado automóvil con
agua caliente



Lavado alfombra de automóvil con agua fría



Lavado alfombra de automóvil con agua caliente



Lavado cerámico con agua fría



Lavado cerámico con agua caliente



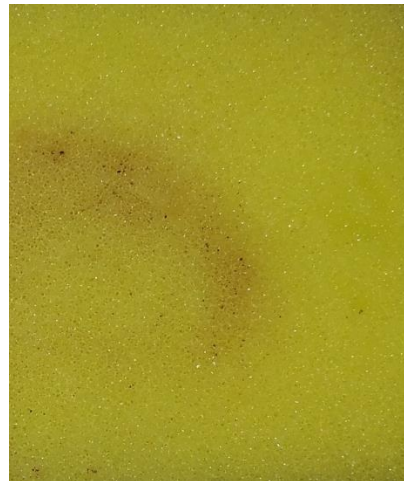
Lavado madera con agua fría



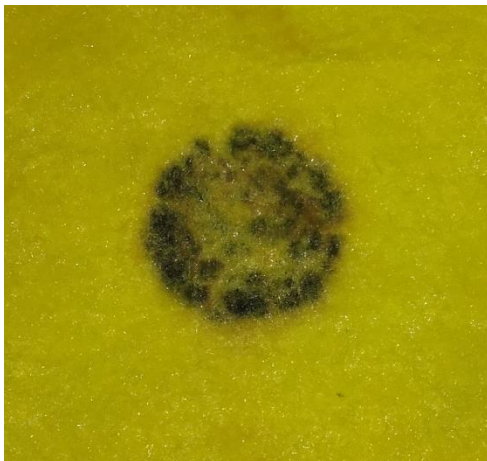
Lavado madera con agua caliente



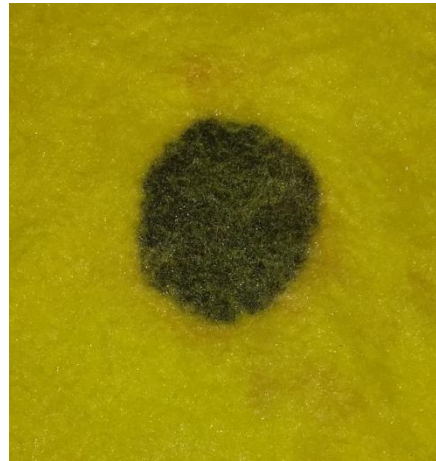
Lavado esponja con agua fría



Lavado esponja con agua caliente



Lavado rejilla de limpieza con agua fría



Lavado rejilla de limpieza con agua caliente

Luego se efectuó la prueba del Luminol. Para la preparación del reactivo y demás circunstancias que se tuvieron en cuenta en la realización de dicha prueba se procedió de igual manera que en lo mencionado a los correspondientes *Día 1* y *Día 5*.

Con respecto a los soportes lavados con agua fría reaccionaron todos pero debido a que la misma fue leve solo se consiguió obtener el registro fotográfico del soporte algodón (*figura 1*), alfombra de automóvil (*figura 2*), madera (*figura 3*) y rejilla de limpieza (*figura 4*).



Figura 1

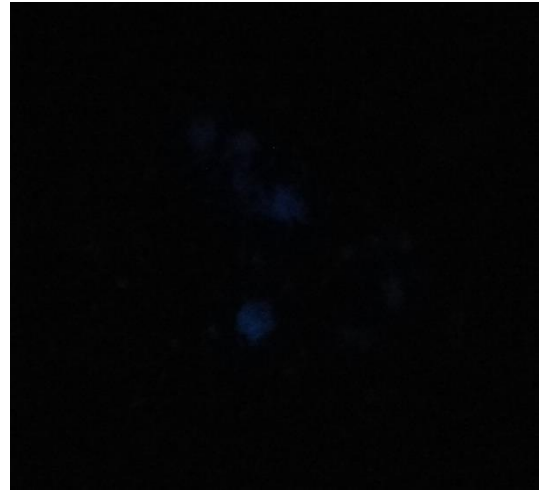


Figura 2

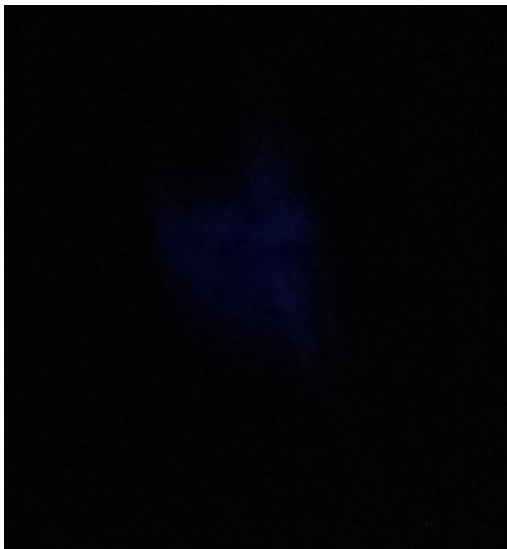


Figura 3

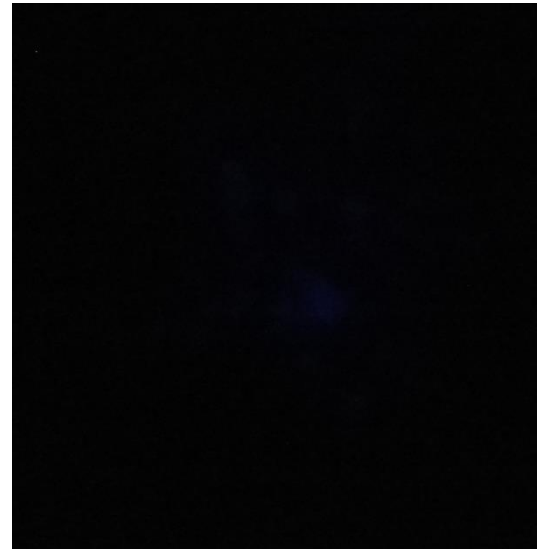


Figura 4

Asimismo, los soportes lavados con agua caliente también reaccionaron todos, con una intensidad mayor que los lavados con agua fría. Sin embargo solo se pudo obtener foto del soporte algodón (*figura 5*), toalla (*figura 6*), tapizado de automóvil (*figura 7*), alfombra de automóvil (*figura 8*), madera (*figura 9*) y rejilla de limpieza (*figura 10*).

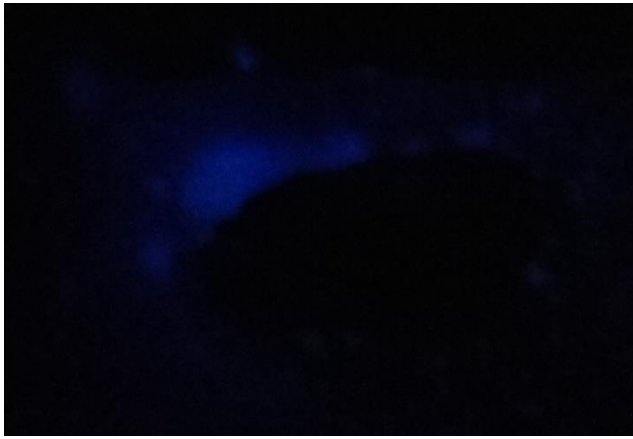


Figura 5

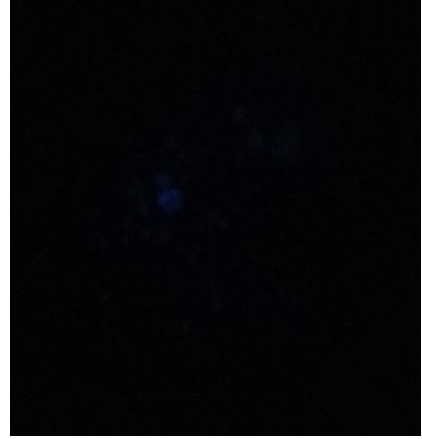


Figura 6



Figura 7



Figura 8

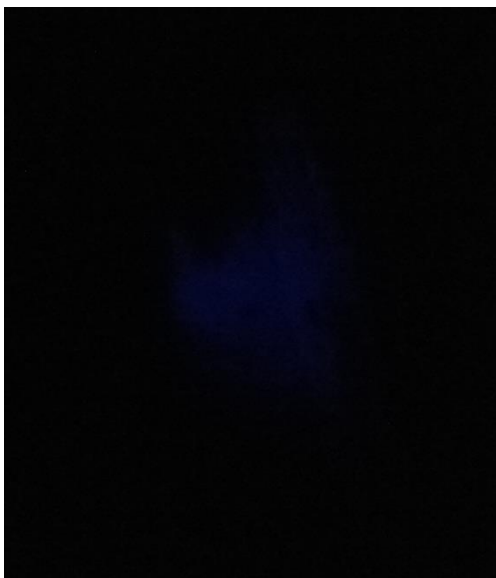


Figura 9

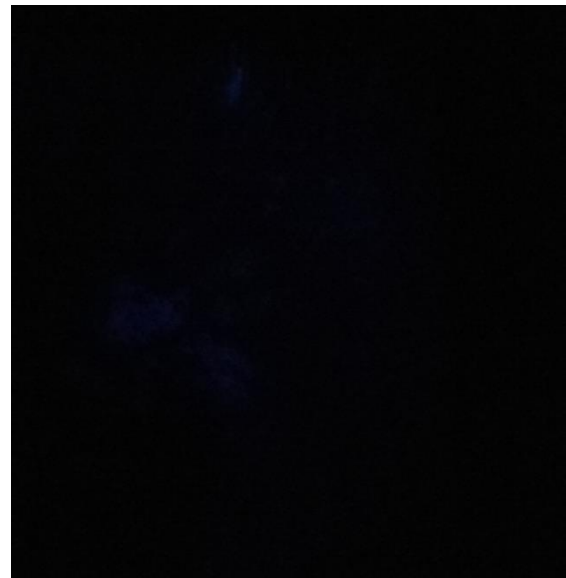


Figura 10

Día 20

Se procedió a realizar la toma fotográfica del estado de cada soporte transcurridos veinte días del comienzo de la experimentación. A partir de dicho día se visualizó cambios respecto a los mismos, correspondientes tanto al lavado con agua fría como al lavado con agua caliente.

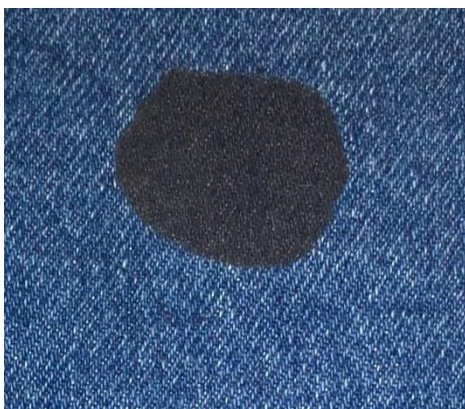
En los soportes de algodón, jean, toalla, esponja y rejilla de limpieza se observaron, en menor medida, pequeñas pigmentaciones blancas tanto en el centro como en los bordes de las manchas de sangre. Y en los soportes de tapizado y alfombra de automóvil, en mayor proporción y relieve de color blanquecino a verdoso.



Algodón: agua fría



Algodón: agua caliente



Jean: agua fría



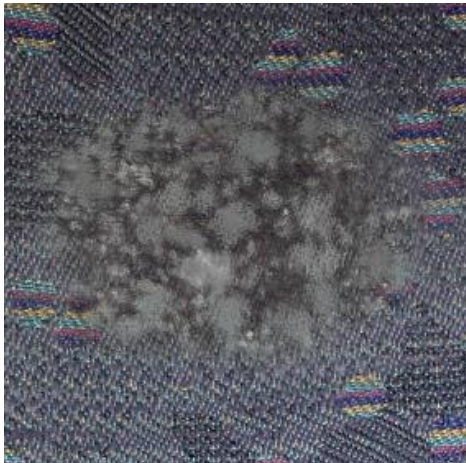
Jean: agua caliente



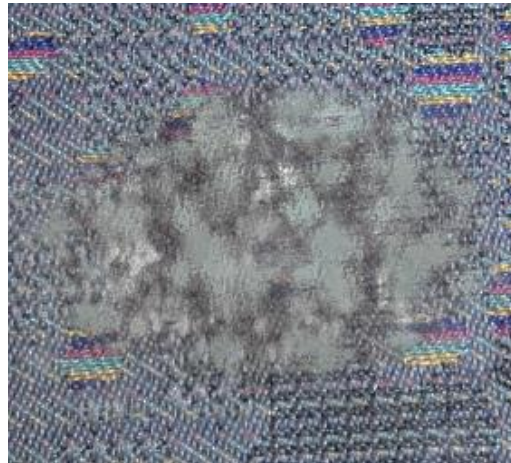
Toalla: agua fría



Toalla: agua caliente



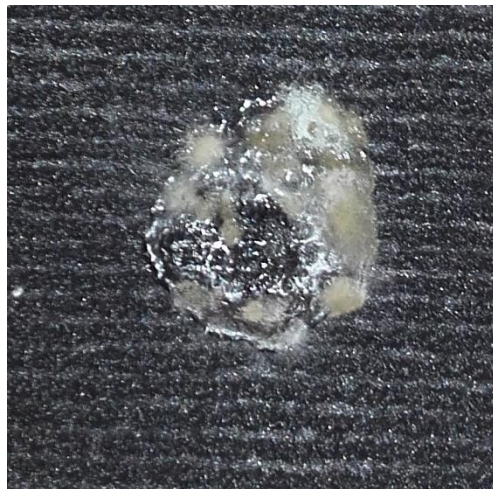
Tapizado automóvil: agua fría



Tapizado automóvil: agua caliente



Alfombra automóvil: agua fría



Alfombra automóvil: agua caliente



Cerámico: agua fría



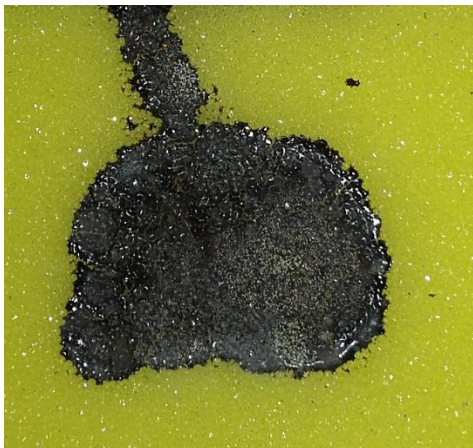
Cerámico: agua caliente



Madera: agua fría



Madera: agua caliente



Esponja: agua fría



Esponja: agua caliente



Rejilla de limpieza: agua fría



Rejilla de limpieza: agua caliente

Seguidamente se lavó cada soporte con el oxígeno activo Vanish, y se fotografió el estado en que subsistieron los mismos.

Los soportes lavados con agua caliente presentaron una dificultad mayor en la eliminación de las manchas de sangre que los lavados con agua fría. Solo se consiguió eliminar por completo la mácula de sangre del soporte cerámico, tanto con agua fría como con agua caliente. Sin embargo, en los demás soportes que no se lograron eliminar las manchas, las mismas quedaron impregnadas en todos de manera semejante.



Lavado algodón con agua fría



Lavado algodón con agua caliente



Lavado jean con agua fría



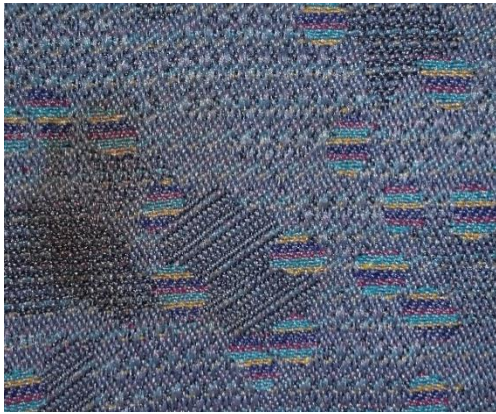
Lavado jean con agua caliente



Lavado toalla con agua fría



Lavado toalla con agua caliente



Lavado tapizado de automóvil con agua fría



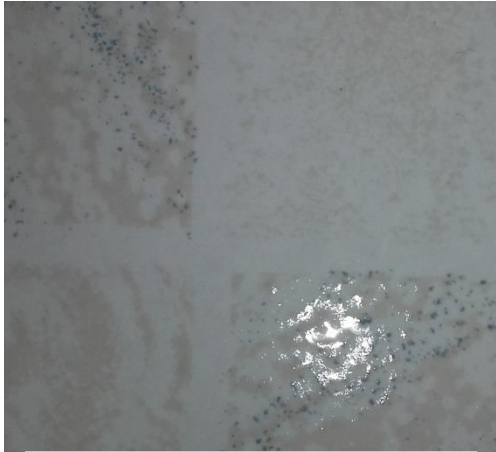
Lavado tapizado de automóvil con agua caliente



Lavado alfombra de automóvil con agua fría



Lavado alfombra de automóvil con agua caliente



Lavado cerámico con agua fría



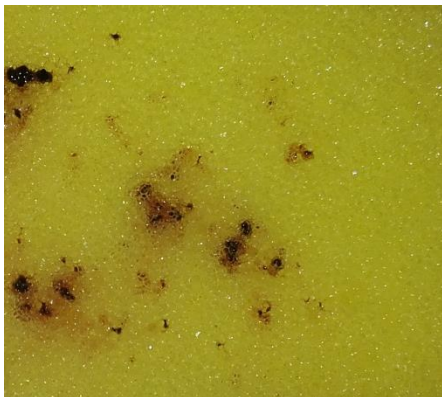
Lavado cerámico con agua caliente



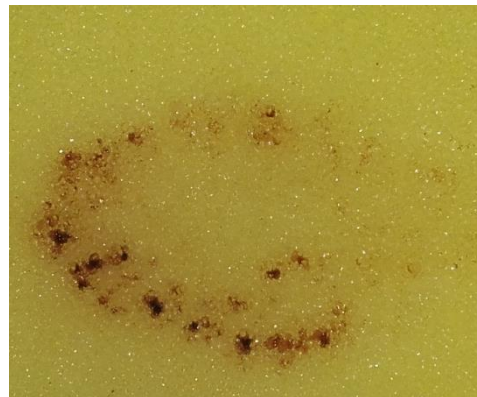
Lavado madera con agua fría



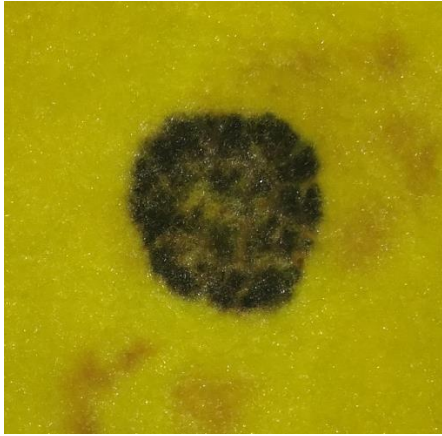
Lavado madera con agua caliente



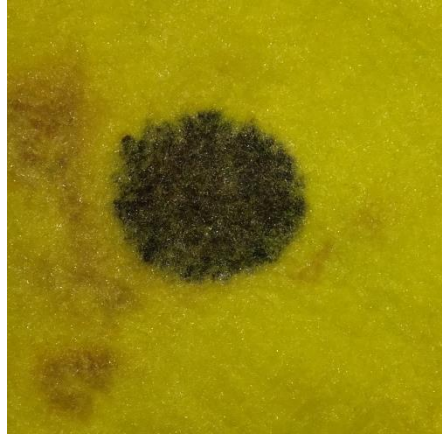
Lavado esponja con agua fría



Lavado esponja con agua caliente



Lavado rejilla de limpieza con agua fría



Lavado rejilla de limpieza con agua caliente

Seguidamente se realizó la prueba del Luminol. Para la preparación del reactivo y demás condiciones que se tuvieron en cuenta en la ejecución de dicha prueba se actuó de igual manera que en lo señalado a los correspondientes *Día 1*, *Día 5* y *Día 10*.

En el caso de los soportes lavados con agua fría reaccionaron todos pero solo se logró obtener la visualización fotográfica de los siguientes: algodón (*figura 1*), toalla (*figura 2*), tapizado de automóvil (*figura 3*), alfombra de automóvil (*figura 4*), madera (*figura 5*), y rejilla de limpieza (*figura 6*).

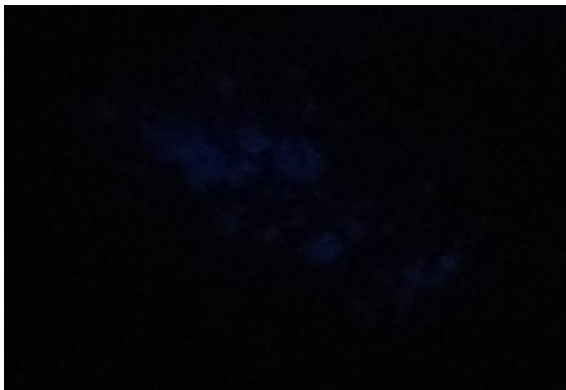


Figura 1

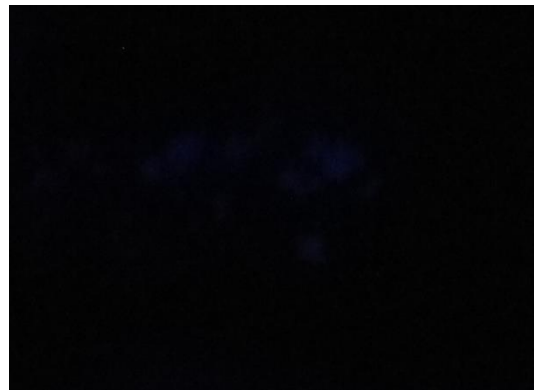


Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

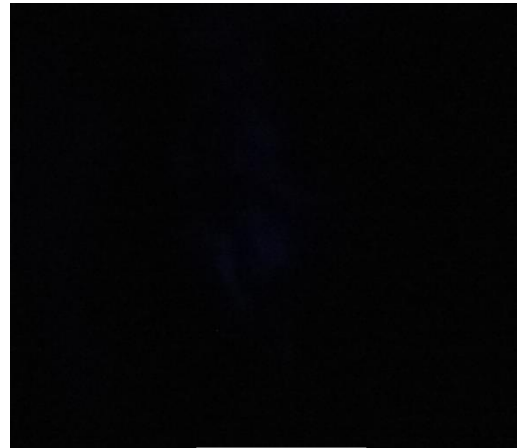


Figura 6

Por su parte los soportes lavados con agua caliente también reaccionaron todos pero de manera mas intensa, por lo que se pudo obtener el registro fotográfico de: algodón (*figura 7*), jean (*figura 8*), toalla (*figura 9*), tapizado de automóvil (*figura 10*), alfombra de automóvil (*figura 11*), cerámico (*figura 12*), madera (*figura 13*), y rejilla de limpieza (*figura 14*).

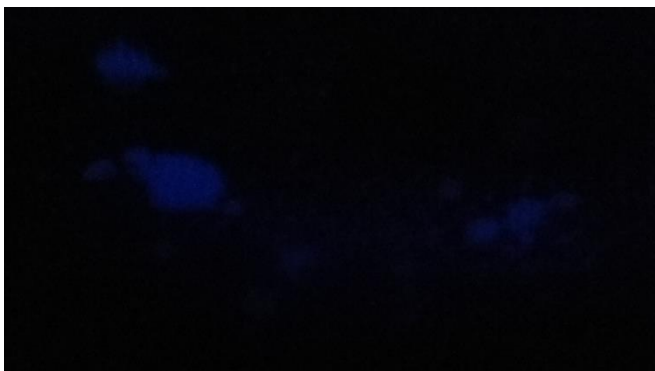


Figura 7

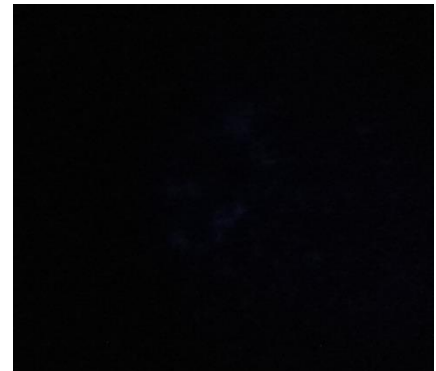


Figura 8



Figura 9

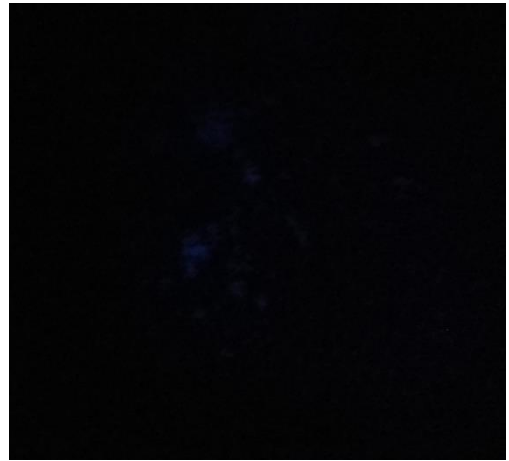


Figura 10

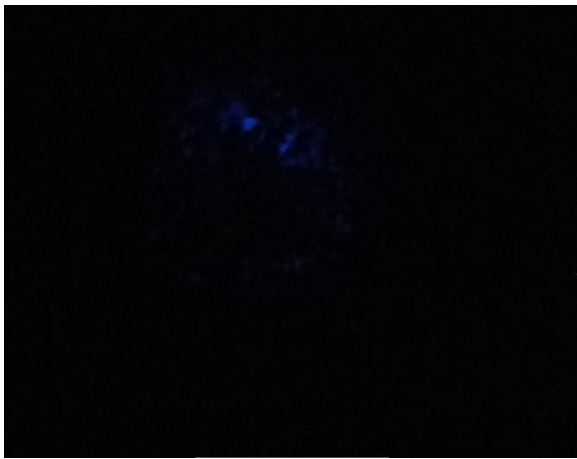


Figura 11

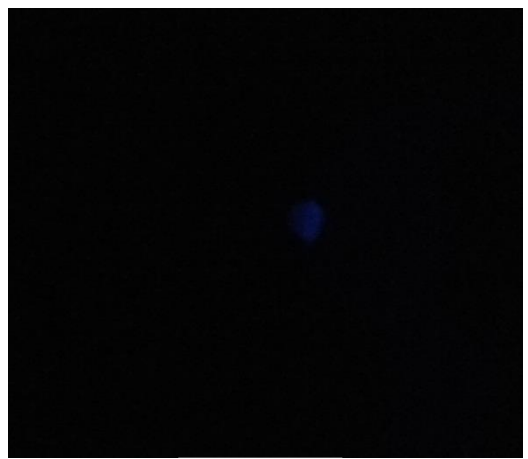


Figura 12

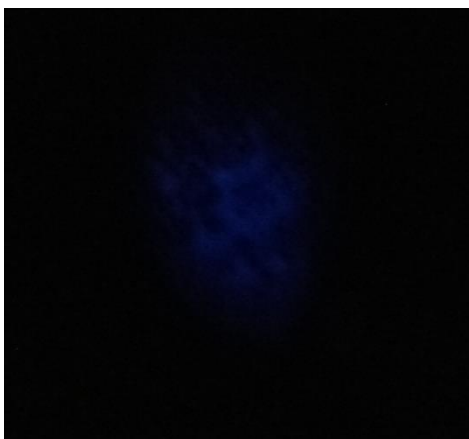


Figura 13

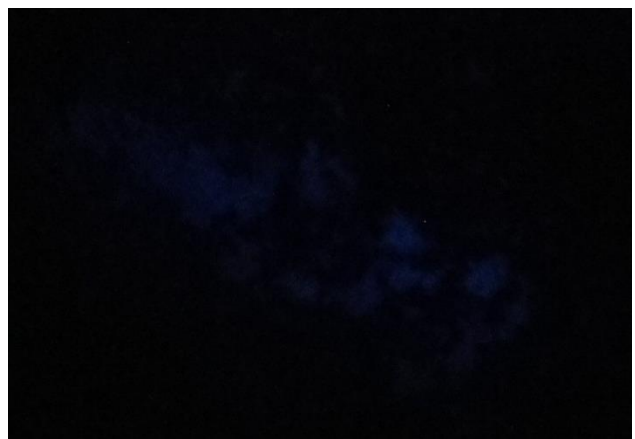


Figura 14

Día 30

Se hizo el resgistro fotográfico del estado de cada soporte transcurridos treinta días del inicio de la experimentación.

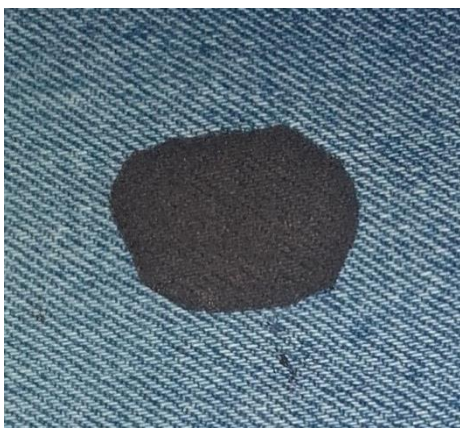
Tal como se hizo mención en el *Día 20*, en los soportes de algodón, toalla y rejilla de limpieza se percibieron, en menor medida, pequeñas pigmentaciones blancas tanto en el centro como en los bordes de las manchas de sangre. Y también en los soportes de tapizado y alfombra de automóvil, en mayor proporción y relieve de color blanquecino a verdoso.



Algodón: agua fría



Algodón: agua caliente



Jean: agua fría



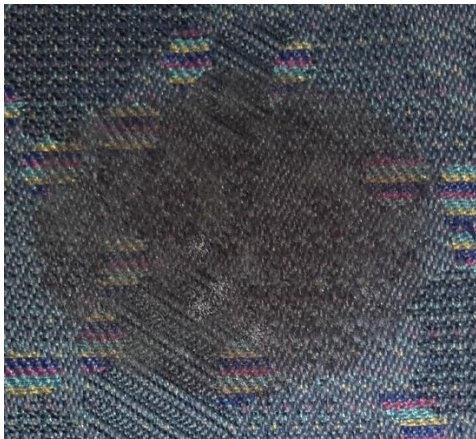
Jean: agua caliente



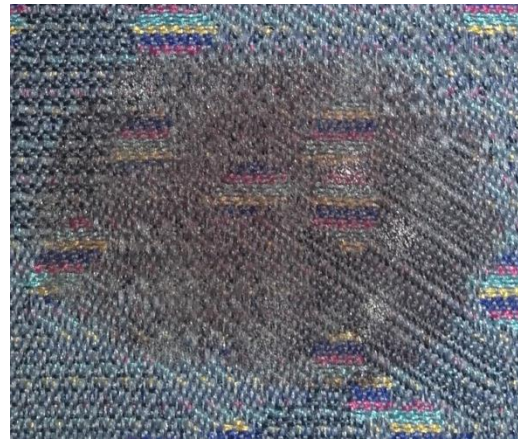
Toalla: agua fría



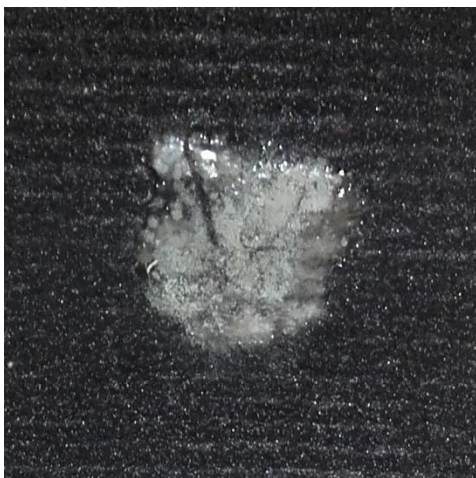
Toalla: agua caliente



Tapizado automóvil: agua fría



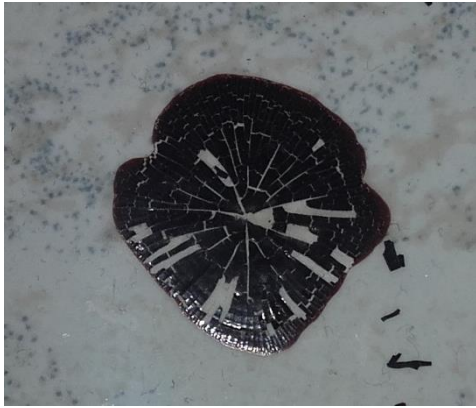
Tapizado automóvil: agua caliente



Alfombra automóvil: agua fría



Alfombra automóvil: agua caliente



Cerámico: agua fría



Cerámico: agua caliente



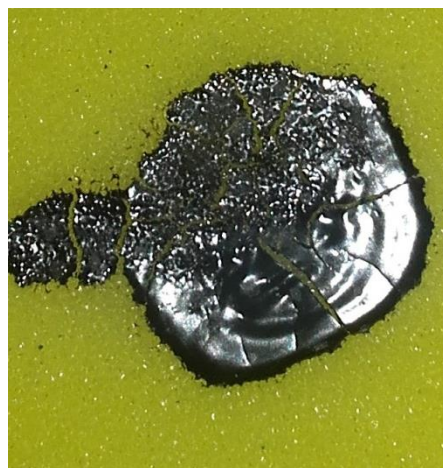
Madera: agua fría



Madera: agua caliente



Esponja: agua fría



Esponja: agua caliente



Rejilla de limpieza: agua fría



Rejilla de limpieza: agua caliente

Luego se lavó cada soporte con el oxígeno activo Vanish, y se fotografió el estado en que subsistieron los mismos.

Los soportes lavados con agua caliente mostraron una complejidad mayor en la eliminación de las manchas de sangre que los lavados con agua fría. Solo se consiguió eliminar por completo la mácula de sangre del soporte cerámico, tanto con agua fría como con agua caliente. Sin embargo, en los demás soportes que no se lograron eliminar las manchas, las mismas quedaron impregnadas en todos de manera similar, tal como sucedió en el *Día 20*.



Lavado algodón con agua fría



Lavado algodón con agua caliente



Lavado jean con agua fría



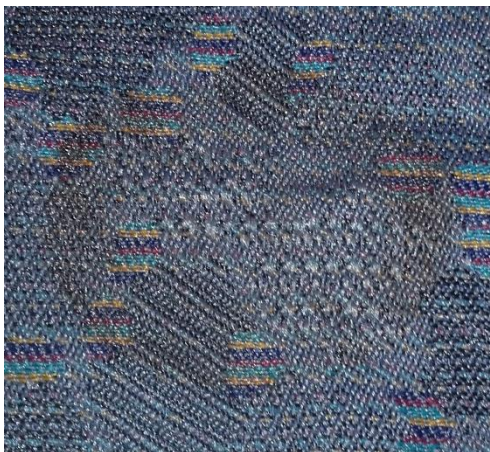
Lavado jean con agua caliente



Lavado toalla con agua fría



Lavado toalla con agua caliente



Lavado tapizado automóvil con agua fría



Lavado tapizado automóvil con agua caliente



Lavado alfombra de automóvil con agua fría



Lavado alfombra de automóvil con agua caliente



Lavado cerámico con agua fría



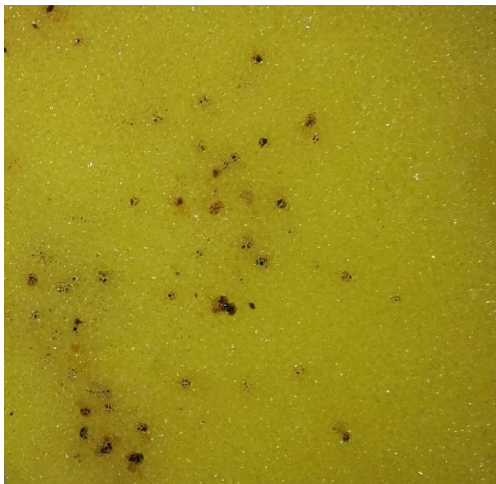
Lavado cerámico con agua caliente



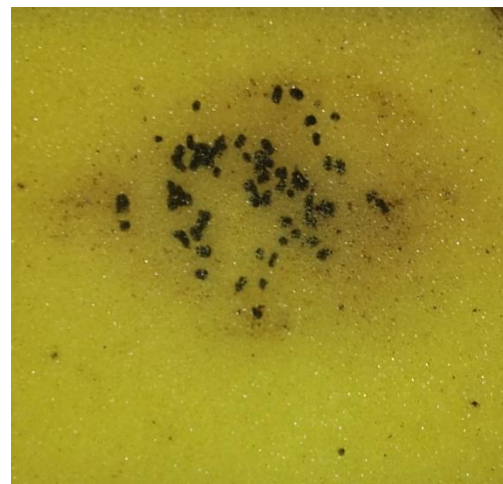
Lavado madera con agua fría



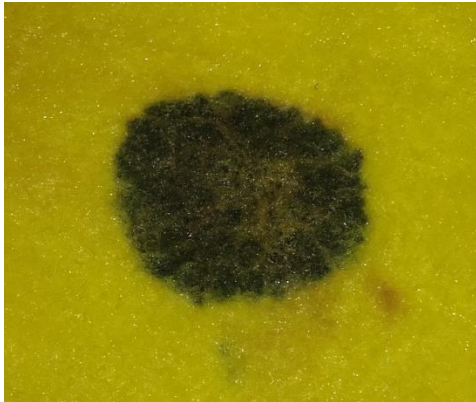
Lavado madera con agua caliente



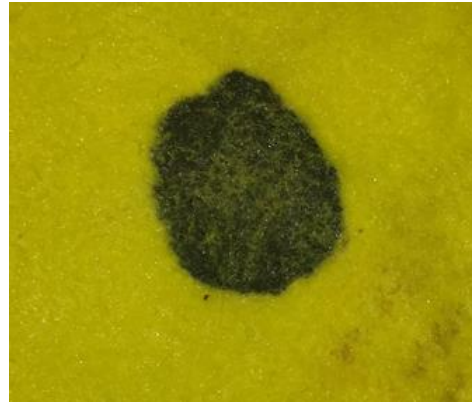
Lavado esponja con agua fría



Lavado esponja con agua caliente



Lavado rejilla de limpieza con agua fría



Lavado rejilla de limpieza con agua caliente

Posteriormente se efectuó la prueba del Luminol. Para la preparación del reactivo y demás formalidades que se tuvieron en cuenta en el cumplimiento de dicha prueba se intervino de igual manera que en lo destacado en los anteriores días.

Con respecto a los soportes lavados con agua fría reaccionaron todos pero al igual que en el día 20, solo se pudo divisar ante el lente de la cámara los siguientes: algodón (*figura 1*), toalla (*figura 2*), tapizado de automóvil (*figura 3*), alfombra de automóvil (*figura 4*), madera (*figura 5*), y rejilla de limpieza (*figura 6*).

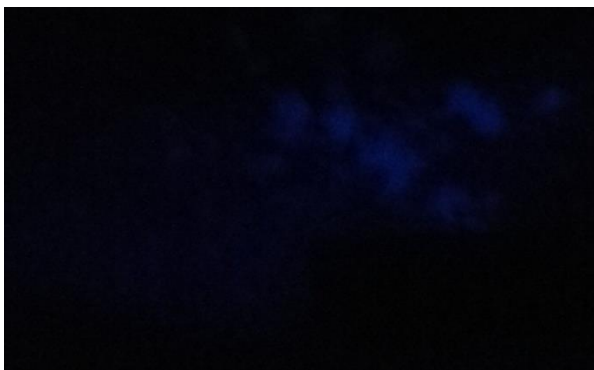


Figura 1

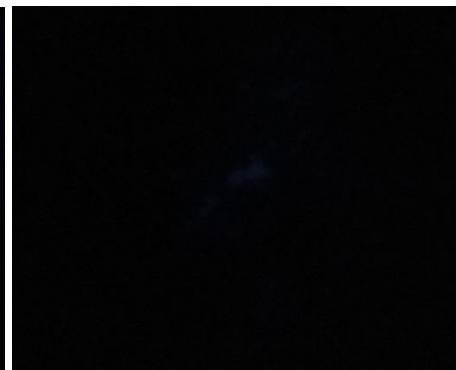


Figura 2

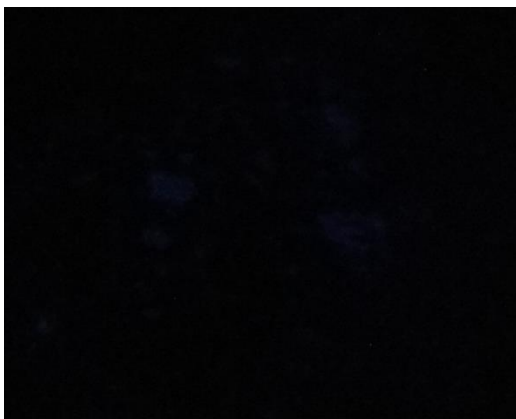


Figura 3

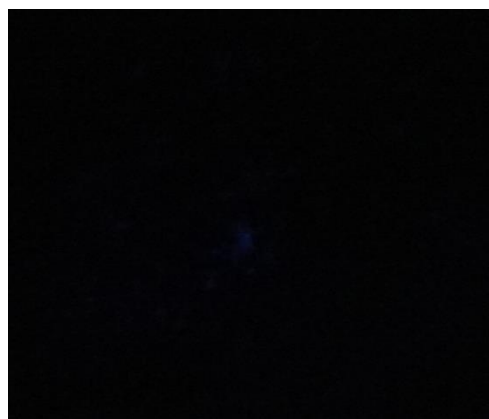


Figura 4



Figura 5

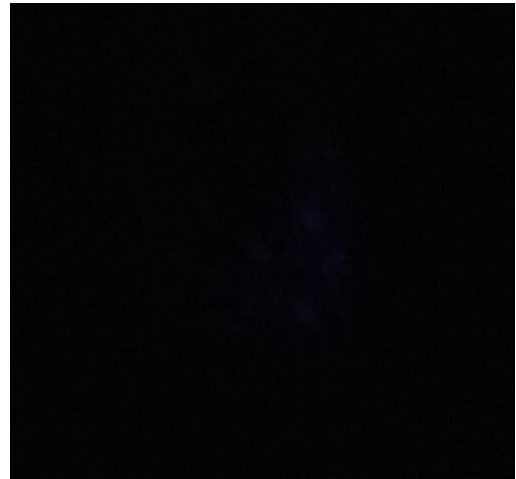


Figura 6

En cambio, respecto a los soportes lavados con agua caliente igualmente reaccionaron todos pero de manera más rápida y fuerte, y se logró obtener el registro fotográfico de todos: algodón (figura 7), jean (figura 8), toalla (figura 9), tapizado de automóvil (figura 10), alfombra de automóvil (figura 11), cerámico (figura 12), madera (figura 13), esponja (figura 14) y rejilla de limpieza (figura 15).

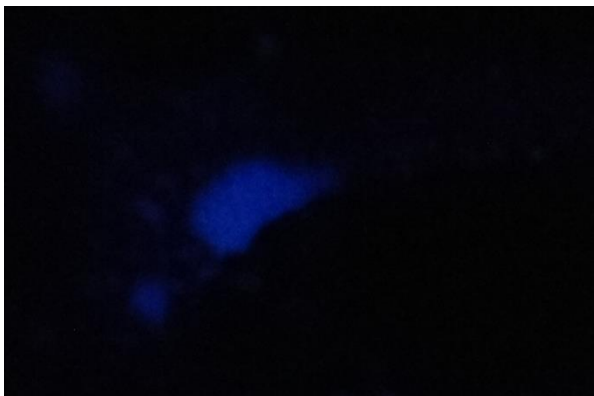


Figura 7

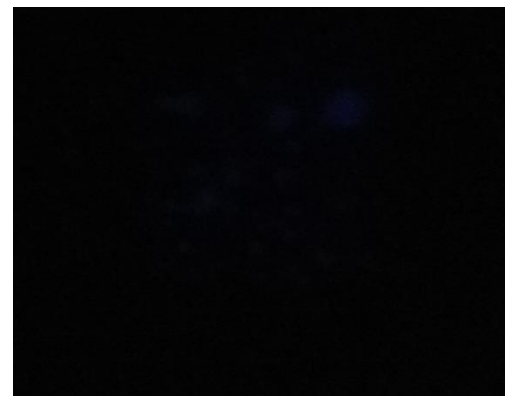


Figura 8

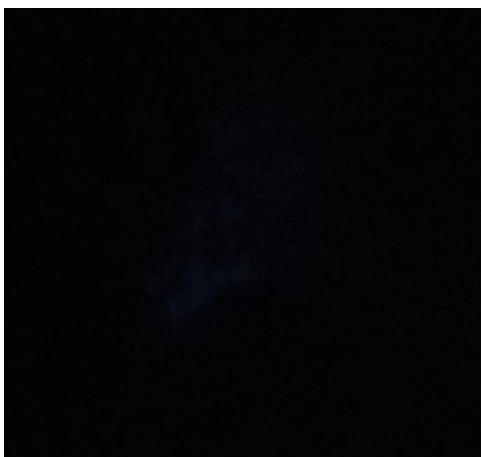


Figura 9

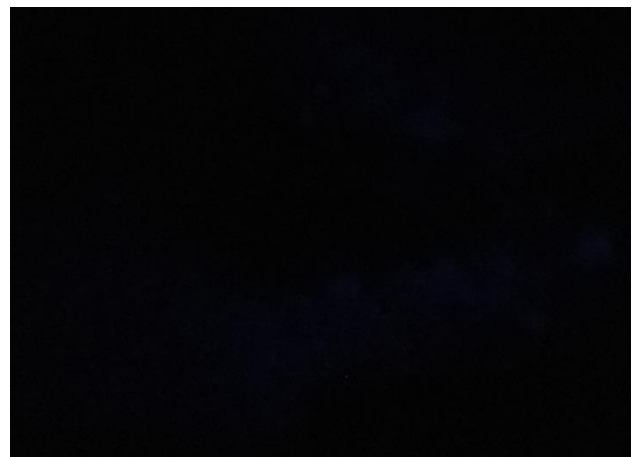


Figura 10



Figura 11



Figura 12

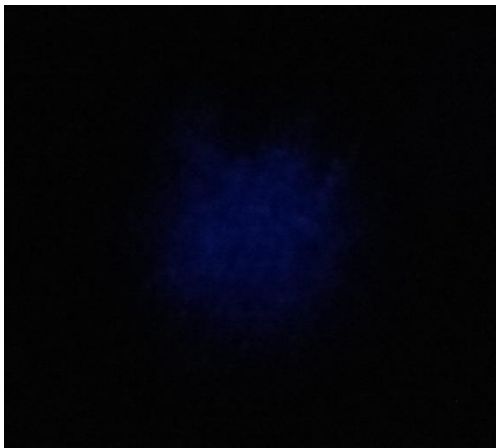


Figura 13

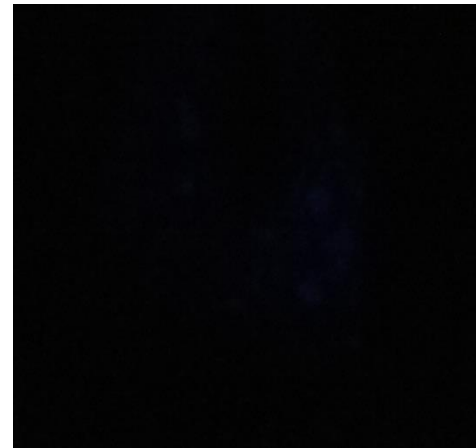


Figura 14

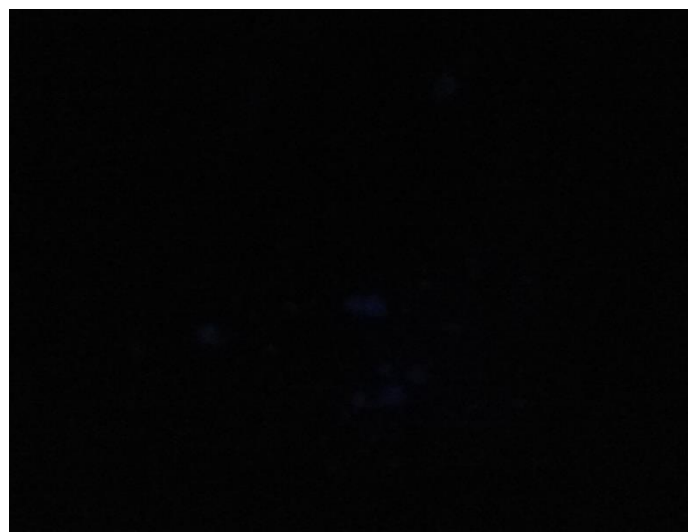


Figura 15

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se ha señalado en el transcurso de dicho trabajo, frecuentemente, los autores de un crimen limpian la escena y lavan las ropas manchadas de sangre con el propósito de eliminar cualquier clase de indicio que logre inculparlos. Es por ello que el estudio de las manchas de sangre representa una importante labor en la Criminalística, y cuando las mismas se localizan deben ser analizadas de manera cuidadosa teniendo en cuenta todos sus aspectos. Consecuentemente, es de importancia subrayar aquellas particularidades que se tuvieron en cuenta al momento de efectuar dicha investigación.

En primera instancia, tal como se señaló en el marco teórico, se constató que el aspecto de las manchas de sangre se modifica de acuerdo a la antigüedad y el soporte sobre el que caen las manchas. En los soportes absorbentes y claros las manchas presentan un color rojo oscuro, el cual tiende a ennegrecerse con el paso del tiempo. Cuando las mismas fueron lavadas con agua el color fue cambiando a rosado o amarillento (dependiendo el tipo de soporte), dispersando el pigmento de manera irregular. En cambio, en los soportes no absorbentes forman escamas rojas, dependiendo el color de la dimensión de la misma, las cuales se van haciendo más oscuras con el transcurso del tiempo.

Por otra parte, en la bibliografía analizada se hace mención al lavado de las manchas de sangre con las modalidades de agua fría y caliente. En el desarrollo de la experimentación el lavado de las manchas con agua fría fue más eficaz que el lavado con agua caliente, ya que como se detalló en el marco teórico, las manchas de sangre poseen proteínas que están programadas para unirse cuando se calientan y por eso el lavado con agua caliente produjo más dificultad para eliminar las mismas.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se planteó que mediante la utilización de detergentes que contienen oxígeno activo es posible eliminar rastros de sangre de diferentes clases de telas de manera que el exámen del luminol no los logre detectar, debido a los componentes que forman el percarbonato de sodio que producen un efecto inhibitorio en los métodos de detección de sangre.

En primer lugar, es necesario mencionar que el resultado de nuestro trabajo ha sido negativo respecto a la hipótesis planteada, ya que en su gran mayoría, las muestras han reaccionado ante el Luminol. Sin embargo, logramos obtener ciertos aportes que pueden llegar a ser de gran utilidad para la labor pericial.

En segundo lugar, y como ya fue mencionado con anterioridad, lavar la sangre presentó mayor dificultad al hacerlo con agua caliente, debido a que las altas temperaturas activan las proteínas presentes en la sangre lo cual deriva en mayor impregnación de la misma. Esto es de gran importancia, ya que es lo opuesto a lo que se cree popularmente, por lo tanto, el primer instinto de un delincuente, seguramente sea intentar lavar diversas manchas utilizando agua caliente.

En tercer lugar, resaltar el hecho de que al realizar la experiencia del Luminol en el día 1, los resultados con agua fría fueron completamente negativos, y con agua caliente sólo reaccionó el algodón, pero de manera muy breve y tenue; esto nos lleva a pensar que efectivamente, la utilización del oxígeno activo podría llegar a dificultar en gran magnitud la búsqueda de sangre en un lugar del hecho, sobre todo si consideramos que es poco factible que una escena quede "sucia" durante largos períodos de tiempo.

En cuarto y último lugar, destacar que durante la experimentación en los días 5, 10, 20 y 30, los resultados fueron positivos, siendo siempre más fuerte la reacción en las muestras lavadas con agua caliente. Esto puede deberse a que el Luminol es más efectivo sobre manchas antiguas que recientes.

Por lo expuesto, se deja constancia de que los objetivos han sido cumplidos en parte, aunque no en su totalidad, debido a que algunas manchas han podido ser eliminadas y otras no, y a la diferencia de reacción que hemos encontrado entre las variables expuestas de período y temperatura del agua utilizada.

En cuanto al problema de investigación planteado, hemos puesto en evidencia que sí es posible lograr que el Luminol no reconozca rastros de sangre (tal como sucedió en el día 1), aunque depende en gran parte de los parámetros utilizados, por lo cual un criminal debería poseer un conocimiento muy específico para lograrlo. Sin embargo, no podemos

obtener un resultado enteramente afirmativo, ya que en los días posteriores no sucedió de la misma manera.

De acuerdo a lo manifestado, se recomienda profundizar minuciosamente en esta investigación, agregando la mayor cantidad de variables posibles, como pueden ser el uso del lavarropas o la combinación de oxígeno activo con otros productos, para lograr establecer cada vez más parámetros que puedan alterar los resultados de una herramienta tan útil para nuestra labor como lo es el Luminol.

BIBLIOGRAFÍA

ROSS, Michael H y PAWLINA, Wojciech. *Histología texto y atlas*. Ed Wolters Kluwe, Philadelphia. 2015

SANTOS LOVATÓN, JUAN EDSON, *Análisis reconstructivo forense mediante patrones de manchas de sangre*. Ediciones Jurídicas de Santiago, Chile. 2013

JAMES Stuart H, KISH Paul E y SUTTON Paulette T, *Principles of Bloodstain Pattern Analysis*. Ed Taylor & Francis Group, US. 2005

Revisa Digital "Skopein". N°14 – Noviembre 2016. Marcella M. Sniegovski, Jewers M. Bortolatto y Fernanda Formolo.

Revista Digital de Criminología y Seguridad. Año I - N°3 - Noviembre 2012. Lic Osvaldo A. Cuello Videla.

MEDINA, Marcos y NÚÑEZ, Luciano. Dificultades en la identificación de sangre en la escena del crimen (trabajo de campo). Universidad FASTA, Mar del Plata. 2012