



Análisis forense del Blue Star: Evolución y detección de manchas hemáticas en diferentes superficies.

Forensic analysis of the Blue Star: Evolution and detection of bloodstains on different surfaces.

Fecha de presentación: Octubre 2025.
Fecha de aceptación: Febrero 2026.

Karen Jazmín Amaya Jaramillo, Silverio Manuel Escalera Hernández y Martín José Hernández Solís.
CLEU Campus León .

“Compuesto químico que irradia luminiscencia [...] En el caso del Blue Star, este opera mediante un mecanismo en el que la presencia de hemoglobina.”

Resumen

El reactivo Blue Star es una herramienta auxiliar y complementaria, empleada en el ámbito criminalístico, mediante el cual, es posible la identificación de manchas hemáticas encontradas en una escena del crimen, con lo cual, posibilita el análisis de esta y la determinación de distintas variables como lo pueden ser: la longevidad aproximada de la mancha hemática, la manipulación de la escena, entre otros factores. Todo esto teniendo como principal consideración para la correcta efectividad del reactivo, la superficie en la cual se ha empleado. El estudio de este elemento puede auxiliar a los criminalistas a desempeñar con mayor asertividad el análisis y correlación de las evidencias físicas en las distintas escenas del crimen y por consiguiente, efectuar una reconstrucción de los hechos y, aportar elementos probatorios en la impartición de justicia. Por lo cual, es necesario llevar a cabo una estandarización del procedimiento de aplicación para su apropiada reproducibilidad en las escenas del crimen.

Palabras clave

Análisis, blue star, manchas hemáticas, reacción quimioluminiscente, superficies, escena del crimen.

Abstract

The Blue Star reagent is an auxiliary and complementary tool, used in the field of criminalistics, through which it is possible to identify blood stains found at a crime scene, which makes it possible to analyze it and determine different variables such as: the approximate longevity of the blood stain, the manipulation of the scene, among other factors. All this taking as the main consideration for the correct effectiveness of the reagent, the surface on which it has been used. The study of this element can help criminalists to carry out with greater assertiveness the analysis and correlation of the physical evidence at the different crime scenes and consequently carry out a reconstruction of the facts and provide evidentiary elements in the administration of justice. Therefore, it is necessary to carry out a standardization of the application procedure for its appropriate reproducibility in crime scenes.

Keywords

Analysis, blue star, blood stains, chemiluminescent reaction, surfaces, crime scene.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en evaluar la eficacia del reactivo Blue Star para la detección de manchas hemáticas (sangre), aprovechando la capacidad de la quimioluminiscencia para revelar sangre no visible a simple vista. Desarrollar una correcta identificación y análisis de estas manchas permite: inferir la posición, movimiento y fuerza del impacto, lo que resulta sumamente importante, debido a que, “todo contacto deja una huella” (Locard, 1930), lo que implica que, en cada interacción entre un sujeto y su entorno, habrá un intercambio de materiales (células, fibras, fluidos), lo que posibilita el análisis de los mismos y por consiguiente reconstruir la secuencia de eventos y establecer vínculos entre los involucrados y el delito.

Por otra parte, el análisis de las manchas hemáticas se apoya en diversos principios fundamentales que orientan la interpretación de la evidencia. Entre ellos, el Principio de Correspondencia exige que la forma (morfología) y distribución del patrón de sangre se correspondan con las propiedades esperadas del fluido biológico, por lo cual, el Blue Star puede ayudar a la determinación de estas manchas y fundamentar este Principio por medio de su característica luminiscencia al reaccionar con estas manchas de sangre.

Es importante destacar que si bien, existen distintas formulaciones del luminol, el Blue Star destaca por su desempeño en términos de intensidad luminiscente, la longevidad de la señal, así como la maximización en la preservación de la calidad del ADN. Estas razones permiten a los examinadores adaptar sus métodos de detección a las exigencias específicas de cada caso.

DESARROLLO

I. BLUE STAR

Para entender que es el Blue Star, es indispensable señalar que es el luminol, este, es un compuesto químico que irradia luminiscencia, es decir, emite una luz al ser mezclado con un agente oxidante adecuado.

En el caso del Blue Star, este opera mediante un mecanismo en el que la presencia de hemoglobina (sangre) cataliza una reacción de oxidación con peróxido de hidrógeno y otros componentes químicos. Esta reacción produce una luminiscencia de color azul que varía en intensidad y duración según la cantidad de sangre y el tipo de soporte. Comprender este mecanismo es crucial para interpretar correctamente la respuesta del reactivo en diferentes condiciones experimentales.

Bajo este mismo contexto, se han publicado diversas investigaciones sobre la efectividad de las distintas formulaciones de luminol, siendo Ignacio Quiñones el mejor exponente en este tópico, pues en su obra *Analysis of Luminol Formulations*, en la cual, se compararon cuatro formulaciones diferentes de luminol (Weber, Grodsky, Formulación Weber de concentración media de Spruitt (Webber II), (Bluestar) con el objetivo de determinar cuál de ellas ofrecía el mejor desempeño en términos de intensidad luminiscente y longevidad de la señal. Como resultado final

de este estudio, no solamente se determinó cual de estas formulaciones proporcionaba un mejor resultado en cuanto a la duración y calidad de la señal refiere, sino que se concluyó que el Blue Star, en adición a esto, lograba preservar de manera más oportuna la calidad del ADN, lo cual resulta sumamente conveniente, puesto que esto permite llevar a cabo análisis posteriores por parte de examinadores forenses, con el fin de adaptar sus métodos de detección de restos hemáticos a las exigencias específicas de cada caso.

En cuanto a las ventajas que conlleva el uso de Blue Star podemos destacar el hecho que este reactivo no solo ofrece una luminiscencia más intensa y duradera, sino que también es menos dependiente de condiciones de oscuridad total para su visualización, lo cual permite una mayor adaptabilidad ante la diversidad de casos criminales en los cuales sea empleado esta herramienta.

1. Importancia en la detección de sangre

En primera instancia resulta importante mencionar que, dentro del mundo de la criminalística, existen las ciencias forenses, las cuales son un conjunto de disciplinas científicas aplicadas a la investigación de hechos delictivos o situaciones de interés legal. Su objetivo principal es recolectar, analizar e interpretar evidencias físicas, biológicas o digitales con el fin de esclarecer delitos y al igual que la criminalística, apoyar en la administración de justicia.

Una de las ramas en la ciencia forense podemos encontrar la hematología forense, la cual, se encarga del estudio detallado de la sangre con fines legales y con ello, analizar la morfología y el patrón de las manchas sanguíneas, así como comprender los mecanismos de formación de dichas manchas en la escena del crimen. Este enfoque integral contribuye a la validez y certeza de los análisis periciales, permitiendo reconstruir de manera precisa los eventos ocurridos en una escena del crimen, asimismo, este fluido vital, proporciona pistas esenciales para reconstruir la dinámica de un crimen. Compuesta principalmente por hemoglobina, plasma y células, la sangre posee propiedades únicas que se reflejan en los patrones de deposición cuando entra en contacto con distintas superficies.

Por otra parte, la sangre contiene hierro (Fe), el cual es el elemento crucial y determinante en la interacción con el luminol, pues, justamente es este, el que actuará como agente oxidante en la reacción que finalmente terminará por general la luminiscencia.

Las manifestaciones de manchas de sangre son conocidas como manchas hemáticas, se forman mediante diversos mecanismos desde simples caídas por gravedad hasta procesos complejos de impacto, transferencia o expulsión, y su análisis permite inferir

aspectos cruciales del suceso delictivo.

Lo previamente señalado cobra especial importancia en el contexto de este artículo, debido al hecho que existen una gran recurrencia en las escenas del crimen en donde no es posible visualizar estas indispensables manchas hemáticas a simple vista, ya sea por alguna manipulación de dicha escena, absorción del propio medio en el que se derramó la misma, la longevidad del material hemático, etc., lo cual, complica la resolución del crimen, por lo que, la implementación del Blue Star, es el punto de partida de todo un proceso forense-criminalístico para la reconstrucción de una escena del crimen, la determinación de los eventos.

2 Limitantes

La implementación de Blue Star, como se ha estipulado hasta este punto, resulta altamente fructífera en la reconstrucción de una escena del crimen para su posterior resolución, no obstante, también deben considerarse todas aquellas variables que implican un desliz en la efectividad y correcta interpretación de los datos que puede proporcionar este reactivo.

En primera instancia tenemos los denominados "falsos positivos", los cuales, como su nombre indica, podrían detonar el proceso oxidante del Blue Star y, por consiguiente, generar la luminiscencia que se obtendría por la mezcla con sangre. Uno de los principales elementos que pueden producir un falso positivo, lo encontramos de manera cotidiana y es la lavandina (hipoclorito de sodio), este compuesto presente en muchos productos de limpieza y actúa como un agente oxidante fuerte y puede inducir la luminiscencia sin la presencia de sangre en cuestión, lo que puede llevar a interpretaciones erróneas en la investigación forense.

Es ciertamente preocupante que los productos en los cuales podemos encontrar lavandina están totalmente al alcance de cualquiera, pues, además de algunos limpiadores de superficies habituales, el cloro o lejía utilizado en limpieza es uno de los principales portadores de este compuesto.

Por otro lado, existen distintos parámetros a considerar para la determinación y descarte de los falsos positivos, los cuales, se enlistan a continuación:

- Duración de la luminiscencia: En la sangre, la luminiscencia es sostenida y uniforme, mientras que con la lavandina suele disiparse rápidamente.
- Patrón de reacción: La luminiscencia causada por lavandina es más dispersa e irregular, en contraste con los patrones definidos de la sangre (salpi-

caduras, escurrimientos, etc.).

- Pruebas confirmatorias: Para descartar falsos positivos, se pueden realizar pruebas adicionales como la prueba de Takayama o inmunoensayos específicos que detectan hemoglobina. En este último caso, la prueba, consiste en la aplicación de un reactivo especial en condiciones controladas que, al entrar en contacto con la hemoglobina presente en la sangre, esta reaccionará y se producirán cristales (cristales de Takayama), con lo cual se da por confirmado que, en efecto, existe presencia de sangre en la muestra tomada.

Otra de las consideraciones que delimitan la eficacia del Blue Star en la detección de muestra hemática es la exposición a factores ambientales, tales como la temperatura, la humedad y la radiación solar, puede afectar la estabilidad de la hemoglobina y, por ende, la eficacia del Blue Star. Condiciones de sol directo y altas temperaturas aceleran la degradación de la sangre, reduciendo la intensidad y la duración de la luminiscencia, por lo que es imprescindible entender estos efectos para determinar la estrategia a emplear en función del contexto donde estén inmersas las pruebas o evidencias.

“Falsos positivos”

II. MANCHAS HEMÁTICAS

La sangre está compuesta principalmente por hemoglobina, plasma y células, y en un contexto criminalístico, a aquellas manchas de sangre encontradas en una escena del crimen se le denomina manchas hemáticas. Es crucial señalar que estas manchas hemáticas tienden a comportarse de manera distinta dependiendo de la superficie en la que se encuentren, asimismo, la manera en que estas son formadas es una de las principales razones de análisis, puesto que dicha formación puede ser generada desde caídas simples por gravedad, hasta procesos complejos como impactos, explosiones, disparos, etc.

1. Hematología forense.

La sangre es un fluido vital y lleno de información que proporciona a los criminalistas una gran variedad de pistas esenciales para reconstruir la dinámica en que se desarrolló un evento criminal y en muchas ocasiones el análisis de estas pistas resulta determinante para la conclusión de un caso.

La hematología forense es una división o rama de las ciencias forenses encargada principalmente del estudio a detalle de la sangre, con el fin de recabar las pruebas pertinentes para ser usadas con fines legales. Dentro de esta rama, se analiza la morfología y el patrón que traza una mancha sanguínea, al igual que busca comprender los mecanismos que llevaron a la formación de dichas manchas.

Dentro de la hematología forense existen factores cruciales

para vincular las pistas o evidencia con determinados individuos específicos a lo largo del proceso que conlleva las investigaciones criminales, estos factores son: el grupo sanguíneo y el Factor Rh.

2. Tipos.

Es de vital importancia clasificar los tipos de manchas hemáticas que se pueden encontrar en una escena del crimen, pues esta tipificación es la responsable de entender cómo se originó dicha mancha y, por consiguiente, determinar la manera en que se desarrolló la eventualidad criminal.

A continuación, se plasman los distintos tipos de manchas hemáticas:

2.1. Pasivas:

Son generadas completamente por acción de la gravedad, lo que implica que no necesariamente tienen intervención de alguna fuerza externa. Entre los ejemplos que podemos encontrar están:

- Goteo: como su nombre indica, son simplemente los rastros de sangre que caen por acción de gravedad y forman gotas que al impactar con otra superficie tienen a formar patrones circulares o elípticos.
- Pooling: refiere cuando la acumulación de sangre se lleva a cabo en una misma superficie plana que termina por generar una área amplia y homogénea.
- Flujo o corrimiento: esto acontece cuando se efectúa un deslizamiento de la sangre lo que genera un trazo alargado y continuo.

2.2. Manchas de impacto o proyectadas

Se genera cuando se expulsa la sangre del origen de la fuente de esta, lo que traza patrones específicos dependiendo de la velocidad y energía del impacto. En este tipo se pueden encontrar salpicaduras que generan gotas las cuales siguen un patrón direccional visible en la superficie en que impactaron.

De manera similar a la anterior, existe el denominado Cast-off, el cual se origina durante el movimiento de un determinado objeto previamente manchado de sangre, lo que genera salpicaduras dirigidas que pueden ser vinculadas con la posición y trayectoria de este objeto.

2.3. Manchas de transferencia

Cuando un objeto impregnado de sangre entra en contacto con otra superficie es que se genera este tipo de mancha. Asimismo, hay que destacar que, en este caso, la superficie con la cual se entró en contacto, se traza una copia de la mancha original que en primera instancia estaba en el objeto.

En este caso pueden existir dos subtipos: las impresiones por contacto y las marcas de arrastre. En el primer caso, la transfe-

rencia de sangre es directa al presionar el objeto con la superficie, mientras que, en el segundo tipo, el objeto manchado en cuestión es arrastrado a lo largo de la superficie, lo que termina por transferir la mancha en trazos lineales e irregulares.

2.4. Manchas por embarradura

En este caso, un objeto, o incluso, una parte del cuerpo es arrastrado o simplemente frotado a través de una fuente de sangre, lo cual, genera patrones alargados, difusos y amorfos que indican tanto la dirección, como la fuerza del movimiento.

2.5. Manchas de expulsión

Este tipo de manchas reciben su nombre por la expulsión de material sanguíneo a través de las vías respiratorias, principalmente por un ataque de tos violenta, lo que finalmente termina por generar patrones muy finos y diversos.

2.6. Manchas mixtas

Tal como su nombre sugiere, son las manchas hemáticas que cuentan con más de un tipo de características de más de un mecanismo de formación, lo que conlleva a un análisis minucioso para generar una interpretación correcta.

III. SUPERFICIES

1. Porosas.

Las superficies porosas son aquellas que tienen una capacidad alta de absorción, lo que ocasiona que la sangre se penetre o disperse en el material, dificultando la densidad del reactivo Blue Star en la superficie.

Algunas superficies porosas son las fibras naturales, el cuero y la madera, en este último su porosidad varía según el tipo y tratamiento, pero en general tiende a absorber la sangre en su estructura interna.

2. No porosas.

Las no porosas son aquellas que presentan una superficie lisa y no permiten la absorción de la sangre, lo que facilita la permanencia del fluido hemático en el soporte y la captación de un patrón de sedimentación bien definido.

En este caso se puede encontrar el vidrio, el acero y la cerámica.

3. Semi-porosas.

Las superficies semi-porosas presentan características intermedias entre la alta absorción de las porosas

y no porosas, es decir, el fluido puede dispersarse o distribuirse parcialmente en el material o bien en la superficie, con lo que resulta patrones de deposición mixtos.

Entre ellas podemos encontrar las fibras sintéticas, fibras artificiales y el plástico. Asimismo, podemos encontrar una superficie semi-porosa en algunas piedras como en la caliza y la arenisca, debido a su estructura interna ya que tiene espacios vacíos o algunos poros entre sus partículas.

CONCLUSIÓN

El Blue Star es sin duda una herramienta sumamente útil en la identificación de manchas hemáticas, mediante las cuales es posible llevar a cabo una reconstrucción de los hechos acontecidos en las escenas del crimen, para determinar una serie de factores indispensables en todo el proceso criminalístico y legal que estos conllevan, no obstante, es imprescindible conocer todos los factores que trae consigo la utilización de esta herramienta, pues si bien, podría ser la piedra angular que detone la cadena de procesos que implica todo el proceso judicial, no es un instrumento perfecto, puesto que las limitantes de su aplicación podrían resultar determinantes en los resultados que se buscan, por lo que el conocimiento de estas es indispensable.

Por otro lado, es una realidad que la aplicación de este reactivo es hoy en día muy limitada, por lo que esta carencia en el uso de este podría representar un estancamiento en cuanto al progreso de este tipo de instrumentos, por lo que, con la información plasmada en el presente documento, se espera que incentive el hambre de conocimiento por este elemento para posteriormente generar un alza en la aplicación de este.

REFERENCIAS

Admin. (2024b, febrero 7). Concepto y tipos de manchas de sangre. CFEC - Centro de Formación Estudio Criminal. <https://www.estudiocriminal.eu/blog/concepto-y-tipos-de-manchas-de-sangre/>

Alejandro, C. M. C., & Martin, G. H. (2020). Análisis del kit "Bluestar Forensic" como prueba presuntiva de rastros de sangre latente. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/25770>

Audaces. (2025, 6 febrero). Todo lo que necesitas saber acerca de fibras textiles. Audaces. <https://audaces.com/es/blog/fibras-textiles>

Barni, F., Lewis, S. W., Berti, A., Miskelly, G. M., & Lago, G. (2007). Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. *Talanta*, 72(3), 896-913. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.12.045>

Bluestar Forensic. (2022, 3 agosto). Falsos positivos y falsos negativos de Bluestar® Forensic. <https://www.bluestar-forensic.com/es/consejo-uso-bluestar-forensic-falsos-positivos/>

Bluestar Forensic. (2021, 7 julio). BLUESTAR® FORENSIC Desempeño - Bluestar Forensic. <https://www.bluestar-forensic.com/es/bluestar-forensic-desempeno/>

ColegioJurista. (s. f.). Principios de la criminalística. Colegio Jurista Blog. <https://www.colegiojurista.com/blog/art/principios-de-la-criminalistica/>

De Repositorios Universitarios Universidad Nacional Autónoma de México, D. G. (2019, 22 mayo). Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México. https://repositorio.unam.mx/contenidos/tecnicas-de-orientacion-para-la-identificacion-de-posibles-manchas-de-sangre-encontradas-en-el-lugar-de-los-hechos-3464345?c=1wMM9w&d=false&q=manchas__de__sangre&i=1&v=0&t=search_0&as=0

Echaniz, E. O. (2020, 25 enero). ¿Qué es la Hematología y cual es la función del hematólogo? | HemoMadrid. HemoMadrid. <https://www.hemomadrid.com/que-es-la-hematologia-y-cual-es-la-funcion-del-hematologo/>

Eliana, G. V. L., Tatiana, E. M., Nataly, L. M. A., Daniel, Z. B., Yolanda, C. B., Tatiana, H. E., & Karina, V. A. (2013). Efecto del Bluestar forensics® sobre las pruebas preliminares y de análisis de ADN en la investigación de manchas de sangre. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/1321>

Giraldo, E., V., M., T. E., M., N. L., Zuluaga, D., V., B., Y. C., E., T. H., & A., K. V. (2013). Efecto del Bluestar forensics® sobre las pruebas preliminares y de análisis de ADN en la investigación de manchas de sangre. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/forenses/article/view/160>

Lee, Y., Lee, S., Kwon, S., Lee, J., & Kang, H. (2022). Effect of environmental conditions on bloodstain metabolite analysis. *Environmental Research*, 216, 114743. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114743>

Lybert, L. (2016, 6 julio). Porous and nonporous hard surfaces | AHA. HFM Magazine. <https://www.hfmmagazine.com/articles/2274-porous-and-nonporous-hard-surfaces>

Reactivos Quimioluminiscentes para la Localización de Sangre en las Escenas Delictivas: Lumiscene. Prueba Comparativa de Sensibilidad. (s. f.). <https://expresionforense.com/blog/reactivos-quimioluminiscentes-para-la-localizacion-de-sangre-en-las-escenas-delictivas-lumiscene-prueba-comparativa-de-sensibilidad>

Ronelli, J. O., & Ossola, J. O. (2024). Determinación de trazas de sangre en delitos de lesa humanidad en la provincia de Tucumán. *Minerva*, 1. Recuperado a partir de <https://ojs.editorialiupfa.com/index.php/minerva/article/view/189>

Salinas, Z. y. B. (2023, 8 septiembre). La hematología forense y su aplicación en la investigación penal. *Notitia Criminis el Portal*. <https://noticiacriminis.mx/tribuna/nfirmas/5770/>

Young T (s. f.). A Photographic Comparison of Luminol, Fluorescein, and Bluestar. Grossmont College el Cajon, CA. <https://www.bluestar-forensic.com/wp-content/uploads/2021/03/A-Photographic-Comparison-of-Luminol.pdf>