



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la superficie
de soporte en manchas sanguíneas**

**CARRION CENTENO SOLANGE DEL CISNE
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**RUIZ JARAMILLO LISET MADELEY
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la
superficie de soporte en manchas sanguíneas**

**CARRION CENTENO SOLANGE DEL CISNE
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**RUIZ JARAMILLO LISET MADELEY
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la
superficie de soporte en manchas sanguíneas**

**CARRION CENTENO SOLANGE DEL CISNE
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**RUIZ JARAMILLO LISET MADELEY
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

SEGURA OSORIO MARISELA BRIGITTE

**MACHALA
2023**

Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la superficie de soporte en manchas sanguíneas

por Solange del Cisne Carrión Centeno

Fecha de entrega: 22-sep-2023 05:50p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2171879954

Nombre del archivo: a_superficie_de_soporte_en_manchas_sanguineas_Carri_n_Ru_z..docx (1.37M)

Total de palabras: 11576

Total de caracteres: 61044

Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la superficie de soporte en manchas sanguíneas

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10%

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

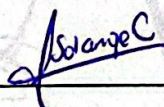
Las que suscriben, CARRION CENTENO SOLANGE DEL CISNE y RUIZ JARAMILLO LISET MADELEY, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Análisis químico-forense de patrones hemáticos en relación a la superficie de soporte en manchas sanguíneas, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.


Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CARRION CENTENO SOLANGE DEL CISNE

0750565384



RUIZ JARAMILLO LISET MADELEY

0705643823

DEDICATORIA

A Dios.

Mis padres.

Roberto Carrión M.
Illingworth Centeno N.

Mi hermana.

Thais Carrión C.

Mis abuelos.

Arcesio Centeno Z.
Luz Navarrete T.

A mis familiares y amigos.

Solange Carrión C.

A mis queridos padres, con mucho cariño por impulsarme a ser la persona que soy ahora. A mis hermanas, hermano, abuelitos y esposo, por estar presentes en el transcurrir de esta maravillosa etapa.

Liset Ruiz J.

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a Dios, por darme el mejor regalo de vida: mis padres; quienes me han brindado a diario todo el amor, apoyo, paciencia y esfuerzo, todo en conjunto me ha permitido escalar cada peldaño y cumplir mis metas y objetivos. Tenerlos en mi vida es una fortuna.

Solange Carrión C.

A nuestro señor Todopoderoso, por sus bendiciones. A mis padres, Jorge Ruiz y Marianela Jaramillo, porque gracias a su apoyo y mi persistencia he logrado terminar mi carrera profesional. Herencia valiosa y fiel testimonio de mi eterna gratitud.

Liset Ruiz J.

RESUMEN

En las ciencias forenses es fundamental la aplicación de la hematología reconstructiva e identificatoria, puesto que, en una escena del crimen se analizan muestras de sangre dentro de laboratorio, con la finalidad de reconocer su procedencia. Mediante la hematología reconstructiva se determina el ángulo, distancia y la dinámica empleada durante el cometimiento de un crimen y estas manchas son denominadas patrones hemáticos, los cuales se clasifican en diferentes tipos. El análisis de las manchas encontradas en una escena del crimen se realiza a través de técnicas de orientación y certeza, las cuales nos indican si se trata de un fluido biológico y a su vez si es sangre humana. Entre las técnicas de orientación tenemos bencidina, fenoltaleína, leuco malaquita y luminol, estas son técnicas manuales que se aplican desde hace mucho tiempo atrás, al igual que las técnicas de certeza como Teichman, Takayama y microscopia que requieren de procedimientos manuales. En la actualidad, se presentan tecnologías más avanzadas como Raman, NIR y Microscopia Electrónica de Barrido que son aplicables según diferentes casos en investigaciones forenses, donde intervienen factores como, la antigüedad de las manchas de sangre. En este trabajo se analizaron patrones hemáticos sobre 5 superficies a 5 alturas diferentes por goteo estático. Además, de un seguimiento durante 4 semanas al cambio de coloración de la mancha a través de fotografías y un análisis microscópico comparativo entre los elementos formes de sangre humana y sangre animal. Las manchas de sangre adquieren cualidades diferentes y esto va a variar en su morfología según las características que presenten cada superficie en función de aspectos externos como la velocidad, la fuerza del ataque, el ángulo y la altura. El tiempo en el que la sangre se encuentre expuesta al medio exterior modificará su color característico según las semanas de exposición, ya que, puede llegar a cambiar de un color rojo pardo a un color marrón oscuro. La sangre humana (mamíferos) y la sangre animal (ovíparos) presentan diferencias entre la forma y el núcleo de sus eritrocitos y al ser analizadas bajo técnicas histológicas; se observan los eritrocitos de la sangre humana con una forma circular y ausente de núcleo, mientras que, en la sangre animal, se observan eritrocitos con forma alargada y con núcleo. Se interpretaron las características de los patrones hemáticos por goteo estático en función del soporte sobre el cual recae y como estos cambiaron la morfología de las manchas de sangre a mayor altura. Se determinó el cambio de color de las manchas de sangre durante las primeras horas y posteriormente a las 4 semanas que estuvieron expuestas las manchas en las diferentes superficies. Se realizó la comparación de los elementos formes de la sangre humana y animal, mediante un análisis microscópico, donde se analizaron las diferencias entre las características de

los eritrocitos (núcleo y forma). Al realizar la técnica de identificación histológica, se observaron mediante el microscopio mejores resultados con muestras de sangre fresca.

PALABRAS CLAVE: MANCHAS DE SANGRE, HEMATOLOGÍA RECONSTRUCTIVA, MICROSCOPIA, SOPORTE, COLOR.

ABSTRACT

In the forensic sciences, the application of reconstructive and identifying hematology is fundamental, since, at a crime scene, blood samples are analyzed within the laboratory, to recognize their origin. Reconstructive hematology determines the angle, distance and dynamics used during the commission of a crime and these stains are called blood patterns, which are classified into different types. The analysis of stains found at a crime scene is carried out through techniques of guidance and certainty, which indicate if it is a biological fluid and in turn if it is human blood. Among the orientation techniques we have benzidine, phenolphthalein, leuco malaquita and luminol, these are manual techniques that have been applied for a long time, as well as certainty techniques such as Teichman, Takayama and microscopy require manual procedures. Currently, more advanced technologies such as Raman, NIR and Scanning Electron Microscopy are presented that are applicable according to different cases in forensic investigations, where factors such as the age of the blood stains intervene. In this work, blood patterns were analyzed on 5 surfaces at 5 different heights by static dripping. In addition, a follow-up for 4 weeks to the change of stain coloration through photographs and a comparative microscopic analysis between the human and animal blood forms. Blood stains acquire different qualities, and this will vary in their morphology according to the characteristics presented by each surface depending on external aspects such as speed, strength of attack, angle and height. The time in which the blood is exposed to the external environment will modify its characteristic color according to the weeks of exposure, since it can change from a brown, red color to a dark brown color. Human blood (mammalian) and animal blood (oviparous) present differences between the shape and nucleus of their erythrocytes and when analyzed under histological techniques; erythrocytes of human blood are observed with a circular and absent form of nucleus, whereas, in animal blood, erythrocytes with elongated shape and nuclei are observed. The characteristics of the static drip blood patterns were interpreted based on the support on which it falls and how these changed the morphology of the blood stains at higher altitudes. The color change of the blood stains was determined during the first hours and later after 4 weeks that the stains were exposed on the different surfaces. The comparison of the shape elements of human and animal blood was carried out through a microscopic analysis, where the differences between the characteristics of the erythrocytes (nucleus and shape) were analyzed. When performing the histological identification technique, better results will be observed with fresh blood samples using the microscope.

KEYWORDS: BLOOD STAINS, RECONSTRUCTIVE HEMATOLOGY, MICROSCOPY,
SUPPORT, COLOR

CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	5
LISTA DE TABLAS	9
pág.....	9
LISTA DE ILUSTRACIONES	10
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
1. MARCO TEÓRICO	6
1.1 Ciencias Forenses.....	6
1.1.1 <i>Principio de Intercambio de Locard</i>	6
1.2 Escena del crimen	6
1.2.1 <i>Evidencias en una escena de crimen</i>	7
1.2.1 <i>Tipos de escenas del crimen</i>	8
1.2.2 <i>Tipos de evidencias físicas en una escena del crimen</i>	8
1.3 Química Forense	9
1.4 Rol del químico forense	10
1.5 Hematología	10
1.5.1 <i>La sangre</i>	10
1.6 Hematología forense	12
1.6.1 <i>Importancia</i>	12
1.6.2 <i>Casos</i>	13
1.6.3 <i>Hematología Forense Reconstructiva</i>	13
1.7 Patrones hemáticos	13
1.7.1 <i>Tipos de patrones hemáticos</i>	14
1.8 Importancia de las superficies	15
1.8.1 <i>Tipos de superficie</i>	16
1.9 Hematología Forense Identificatoria.....	16
1.9.1 <i>Técnicas de orientación</i>	17
1.9.3 <i>Técnicas convencionales (espectroscópicas)</i>	24
2. METODOLOGÍA	26

2.1. Tipo de investigación.....	26
2.2 Materiales y reactivos	26
2.2.1 <i>Materiales e instrumentos</i>	26
2.2.2 <i>Reactivos</i>	27
2.3. Métodos y técnicas de procesamiento	27
2.3.1 <i>VARIABLES DE ESTUDIO</i>	27
2.3.2 <i>Recolección de muestras</i>	27
2.3.3 <i>Análisis reconstructivo</i>	27
2.3.4 <i>Análisis microscópico</i>	28
2.4 Análisis de datos	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1 Análisis reconstructivo	29
3.1.1 <i>Vidrio rugoso</i>	29
3.1.2 <i>Madera pulida</i>	30
3.1.3 <i>Cartón liso</i>	31
3.1.4 <i>Cerámica lisa</i>	32
3.2.4 <i>Tela tipo algodón</i>	34
3.2 Cambio de coloración por antigüedad de las manchas	35
3.3 Análisis microscópico	43
4. CONCLUSIONES	48
5. RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50

LISTA DE TABLAS

	pág.
<i>Tabla 1. Patrones hemáticos sobre vidrio rugoso</i>	29
<i>Tabla 2. Patrones hemáticos madera pulida.....</i>	30
<i>Tabla 3. Patrones hemáticos sobre cartón liso</i>	31
<i>Tabla 4. Patrones hemáticos en cerámica lisa.....</i>	33
<i>Tabla 5. Patrones hemáticos sobre tela algodón</i>	34
<i>Tabla 6. Cambio de coloración transcurrida 1 hora.....</i>	36
<i>Tabla 7. Cambio de coloración transcurridas 2 horas</i>	36
<i>Tabla 8. Cambio de coloración transcurridas 3 horas</i>	37
<i>Tabla 9. Cambio de coloración transcurrida 1 semana</i>	38
<i>Tabla 10. Cambio de coloración transcurridas 2 semanas.....</i>	39
<i>Tabla 11. Cambio de coloración transcurridas 3 semanas.....</i>	41
<i>Tabla 12. Cambio de coloración transcurridas 4 semanas.....</i>	42
<i>Tabla 13. Transferencia directa de sangre fresca en tela algodón absorbente.</i>	43
<i>Tabla 14. Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando alcohol al 70%.....</i>	44
<i>Tabla 15. Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando suero fisiológico como medio de dilución.....</i>	45
<i>Tabla 16. Frotis sanguíneo.</i>	46

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
<i>Cuadro 1 Reacción de Bencidina o Adler</i>	18
<i>Cuadro 2 Reacción de Kastle Mayer</i>	19
<i>Cuadro 3 Reacción de Leuco malaquita verde</i>	20
<i>Cuadro 4 Reacción de Luminol</i>	20
<i>Cuadro 5 Reacción de Teichman o Cristales de hemina</i>	22
<i>Cuadro 6 Reacción de Takayama o Hemocromógeno</i>	23

INTRODUCCIÓN

La sangre es uno de los fluidos mayormente encontrados y analizados en una escena del crimen, esto debido a que está constituida por glóbulos rojos, específicamente de hemoglobina. De hecho, la particularidad al momento de aplicar las distintas técnicas en el campo forense se la otorga el grupo *hemo*. Este grupo prostético se oxida o reduce según la reacción química a la cual sea sometido dando una coloración particular de acuerdo a la técnica. (Hernández, 2020)

La hematología forense juega un papel importante en la búsqueda e investigaciones criminales, debido a que de manera constante los estudios en el campo de laboratorio permiten incursionar en el desarrollo y mejoramiento de técnicas de identificación de manchas de sangre y su análisis a partir de fundamentos teóricos que conllevan a conocer cómo se desarrollaron diferentes eventos en una escena del crimen. (Núñez Rodríguez, 2016)

Cuando se perpetra un hecho violento, existen muchas causas, factores y consecuencias tras el cometimiento, debido a que, no se puede incursionar en un evento sin dejar rastros en el lugar de los hechos, o, por lo contrario, sin llevarnos en nosotros algo de ese lugar. Para ello, es importante la aplicación de técnicas convencionales, mismas que, han sido empleadas a lo largo de la historia para estudio de fluidos biológicos y por tanto su fiabilidad es alta (Mota & Finotti, 2018). La hematología forense reconstructiva nos permite evidenciar una escena del crimen para posteriormente analizar el ángulo, forma, distancia, etc. en la que la sangre recayó en diferentes sustratos dentro de una escena del crimen. Mientras que, la hematología forense identificatoria es capaz de encontrar rastros de sangre humana incluso si estas fueron limpiadas o se produjeron tiempo atrás, siendo ambas áreas de la hematología forense de vital importancia para el proceso de investigaciones y esclarecimiento de hechos, donde se puede conocer más detalles sobre como fue el paso de la víctima y el victimario en un lugar. (Quispe Gallegos, 2018)

Al reconstruir una escena del crimen y estudiar la morfología de las manchas presentes podremos notar que, existen muchos factores que influyen en la misma, desde el entorno hasta el soporte y mecanismo, cambiando el aspecto por completo de los patrones. Por tanto, nuestro trabajo se basa en el estudio de la influencia de aquellos

soportes comunes sobre las manchas de sangre. Con ello, resaltamos la importancia del Químico Forense dentro del país y el resto del mundo, frente a la escasez de estudios y experimentos llevados a cabo donde somos los protagonistas. Así mismo, la falta de centros forenses y equipos para cumplir a cabalidad con las distintas funciones de los químicos forenses. (Hernández, 2020).

Las Ciencias Forenses se encuentran respaldadas a nivel mundial por un conjunto de instituciones (Sistema Especializado Integral de Investigación, Medicina Legal y Ciencias Forenses; Fiscalía Especializada Ecuatoriana), mismas entidades que participan durante el proceso penal investigativo para la determinación de los implicados en un hecho delictivo.

El Químico Forense desempeña sus funciones en base al análisis del hecho delictivo, ya que, se encuentra relacionado con sustancias químicas por intoxicaciones, accidentes, contaminaciones, alimentos adulterados, análisis de evidencias como restos de sangre en ropa, tejidos, pigmentos, estudio de residuos (pólvora), evaluación de áreas riesgosas (riesgos laborales), entre otros.

Con el tiempo esta ciencia ha evolucionado y consigo los procesos y técnicas aplicados han mejorado, así como la aparición de nuevos procedimientos. Pero, en muchos países de Latinoamérica y del mundo existe un déficit en cuanto al personal dedicado a este tipo de investigaciones. Por ejemplo, el Gobierno Ecuatoriano en el año 2012, puso en función Centros de Investigación de Ciencias Forenses, ubicándolos en distintos puntos del país, tomando en consideración la frecuencia con la que ocurren delitos, en diferentes ciudades tales como: Esmeraldas, Manta, Santo Domingo, Loja, Ambato, Cuenca, Nueva Loja y Machala. Ecuador cuenta con un alto porcentaje de crímenes en la impunidad, desde sicarios, homicidios, femicidios, accidentes de tránsito, suicidios, etc. En estos casos el estudio de la Hematología Forense Reconstructiva no ha sido realizado de manera adecuada para esclarecer el modo en el que se suscitaron los hechos y más aún el estudio de la Hematología Forense Identificatoria, para así encontrar al culpable o culpables de los hechos delictivos.

Con la finalidad de acentuar, el arduo trabajo de las Fiscalías Especializadas Ecuatorianas, se busca incansablemente dar cumplimiento a protocolos y estándares internacionales lo cual les brindará mayor confiabilidad y veracidad a los resultados,

permitiendo así la resolución de crímenes con justicia. El laboratorio del Centro de Investigación de Ciencias Forenses Machala cuenta con el área de Hematología Forense en la cual se estudian las manchas sanguíneas encontradas en una escena del crimen, donde se aplican técnicas de serología, bioquímica e histología entre otras más, con la finalidad de determinar el origen biológico y la procedencia de las máculas de sangre.

Según, Marcelo Alexandre Finez y Carla Gabrieli Chiarato (2019) cuando se realiza un análisis de patrones hemáticos hallados en distintas superficies de una escena del crimen, es importante tener en consideración diversos factores que intervienen en el cambio de la morfología de las gotas de sangre. La problemática de este estudio investigativo surgió en base al déficit de investigaciones realizadas por Químicos Forenses sobre técnicas de identificación de manchas sanguíneas y su posterior análisis reconstructivo.

El rol del químico en investigaciones forenses es de mucha relevancia ya que, al momento de analizar una escena del crimen pueden surgir distintos tipos de incógnitas o dudas como investigadores, por ejemplo, si en una escena del delito donde se cometió un homicidio se encuentra llena de sangre se puede plantear ¿Cómo se puede estudiar una escena del crimen en la que se presentan diferentes proyecciones sanguíneas? Esto debido a que existen en la hematología forense reconstructiva muchos patrones que nos permiten clasificar las proyecciones sanguíneas.

Consecuentemente si queremos conocer cuál fue la dinámica que se llevó a cabo al momento de cometer el delito se pueden establecer dudas acerca de ¿Cómo podría ser analizada la proporción, altura y forma en la que cae la sangre sobre distintas superficies? Así como también establecerse dudas sobre el tiempo que lleva expuesta una mancha de sangre en la escena del delito y ¿cómo podemos conocer el tiempo durante el que se encontró expuesta la mácula sanguínea? Estas dudas se plantean ya que existen diferentes técnicas y métodos de reconocer sangre dentro de una escena del crimen y posteriormente en un laboratorio forense, con la finalidad de adaptar la mejor técnica de identificación posible al caso según su naturaleza.

Cuando se comete un hecho delictivo, el sitio donde se registraron los hechos se denomina escena del crimen, en este lugar se pueden encontrar muchos indicios,

pruebas y evidencias que contribuyen a las posteriores investigaciones para conocer o reconocer a los implicados que participaron en el acto. En un lugar donde se registraron hechos violentos pueden encontrarse diferentes fluidos biológicos entre ellos, la sangre. El análisis de la sangre en la hematología forense es de mucha importancia debido a que mediante estos estudios se han logrado esclarecer muchos sucesos ante la justicia.(Pachar Lucio, 2018)

Actualmente se conoce que los casos por muertes violentas quedan en la impunidad o se archivan debido a la falta de investigaciones en el ámbito forense. Es por ello que, mediante el análisis de patrones hemáticos es posible establecer los posibles cambios que presentan las manchas de sangre, ya que de esta manera se contribuye de manera precisa al reconocimiento de distintos factores que intervienen en el lugar de los hechos.(Sosa & Suzuri Hernández, 2019)

Así que, se llevó a cabo el análisis reconstructivo de manchas sanguíneas, dichas manchas denominadas “pasivas” fueron realizadas en un mismo ángulo, pero a diferentes alturas y en cinco superficies distintas, esto con la finalidad de interpretar los cambios morfológicos de las máculas de sangre que pueden presentarse en una escena del crimen.

Los beneficios sociales que se buscan conseguir por medio de esta tesina, son involucrar de manera más cercana al personal químico forense en el análisis de escenas de crimen y contribuir en futuras investigaciones a la de identificación de manchas de sangre y al análisis de patrones hemáticos con la finalidad de que existan muchos más estudios comparativos sobre este tema.

HIPÓTESIS.

Se parte de la hipótesis de que, en el análisis de patrones y manchas de sangre, las características de la superficie sobre la cual recae una gota de sangre influyen directamente en la morfología de las máculas sanguíneas, es por ello que surge la necesidad de aplicación de técnicas de orientación y pruebas de certeza, en función del tipo de soporte en el que se asienten. De igual forma, existen características visibles bajo microscopio que distinguen la sangre humana de la sangre animal.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar patrones hemáticos con relación a la superficie de soporte mediante un estudio descriptivo del cambio morfológico de las máculas de sangre y un estudio comparativo de técnicas de identificación histológicas que intervienen en investigaciones forenses.

Objetivos específicos

- Interpretar patrones hemáticos por goteo estático en dependencia de las características de la superficie y cómo influyen en su morfología.
- Determinar el cambio de coloración de las manchas de sangre de acuerdo a la antigüedad.
- Comparar mediante análisis microscópico la diferencia entre elementos formes de la sangre humana y animal.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Ciencias Forenses

Las ciencias forenses se componen por una serie de estudios científicos que involucran técnicas y principios en los que se busca la investigación de hechos delictivos y la demostración de diversas jurídicas tanto en el ámbito penal como administrativo. Por tanto, esta ciencia juega un papel fundamental en el desarrollo y análisis de identificaciones de sospechosos y determinación de daños, delitos o posibles creaciones de hipótesis de lo sucedido. (de Barros Franciéllen & Serra Mônica da Costa, 2021).

En el transcurso de los años se ha observado un desarrollo en el campo de las ciencias forenses, debido a que el personal dedicado a esta labor ha adquirido más conocimientos específicos en muchas áreas para poder desenvolverse de manera correcta. Según (de Barros, 2021) “muchas áreas como la antropología, criminología, entomología, odontología, toxicología, ingeniería, patología, psicología y medicina, pasaron a componer y asistir a las ciencias forenses”, debido a que estas ciencias de forma conjunta colaboran en las investigaciones de hechos delictivos desde distintos puntos de vista y de esta forma darle un giro a la interpretación forense.

1.1.1 *Principio de Intercambio de Locard* El profesor francés Edmond Locard quien es considerado precursor del área de la criminalística, luego de ejercer como médico militar sirvió como catedrático en la medicina legal a nivel internacional en diferentes universidades, fundador del primer laboratorio policial donde se aplicaron técnicas de estudio científicos, en el año 1910, incursiona en el ámbito forense estableciendo un *principio* de “intercambio” que constituye las bases del fundamento: “Un individuo siempre deja huellas de su pasaje en el lugar, y recíprocamente cuando se va, de la misma manera se lleva elementos a veces microscópicos del medio en que se encontraba, sobre su ropa, la piel, las suelas, etcétera”.(Buquet, 2006)

1.2 Escena del crimen

Una escena de crimen es considerada todo aquel lugar donde se desarrollaron hechos o incidentes delictivos como: accidentes, conflictos armados, desastres naturales, homicidios, etc. El principal objetivo de la investigación en un lugar posterior a un delito

es la interpretación, reconstrucción o identificación de la forma en la que se perpetró el hecho, sus autores, la forma en la que sucedieron los hechos y los rastros que se depositaron en la escena.

La integridad con la que las pruebas o rastros que pueden encontrarse en una escena del crimen pueden ser limitados ya que, conforme el paso del tiempo en el que se cometió el hecho estas mismas pueden contaminarse, deteriorarse o manipularse para que la fiabilidad de las pruebas o estudios a realizarse dentro del lugar de los hechos no obtengan la fiabilidad adecuada para llegar a una correcta interpretación. Es fundamental que para que las pruebas sean admitidas en un tribunal y sean válidas en futuras investigaciones el rol del personal forense sea realizado con total profesionalidad. (NACIONES UNIDAS, 2009)

1.2.1 *Evidencias en una escena de crimen* La evidencia física de una escena del crimen es parte fundamental de una investigación forense, debido a que este indicio es un precursor que antecede pasos como el reconocimiento, recopilación y conservación de pruebas halladas durante la investigación. En muchos casos, pese a la facilidad y disponibilidad del uso de la tecnología actualmente, para lograr analizar una escena del crimen se necesita que el equipo especializado y el laboratorio forense se encuentren en óptimas condiciones a nivel de sofisticación y de bioseguridad. (Henry C & Elaine M, 2013).

La responsabilidad y ética del personal investigativo (abogados, peritos, policías, químicos forenses, criminólogos, médicos legales) a cargo de investigaciones criminales es de suma importancia, desde el momento en el que se analiza el lugar donde se cometió el hecho, la recopilación de evidencias físicas y el proceso de análisis en el laboratorio de investigación forense, debido a que existe de manera actual muchos casos en la impunidad, ya que las pruebas o rastros que se han encontrado en el lugar se falsificaron, o los resultados finales han sido manipulados, y esto constituye un grave problema a nivel judicial en todo el mundo. (Henry C & Elaine M, 2013)

Los rastros físicos que se depositan en la zona donde fueron cometidos crímenes, son la pieza fundamental para esclarecer los resultados de un caso. Teóricamente es posible que el crimen se cometa sin aparentemente dejar rastro sobre el lugar, pero como anteriormente hemos mencionado, es casi imposible que el perpetrador del crimen o

demás implicados en un acto violento no dejen rastro de su paso por este lugar o en muchos casos que estos lleven consigo evidencias físicas del lugar en donde se encontraron. La investigación con el paso de los años ha adquirido la experiencia necesaria para documentar, recolectar y preservar varios tipos de evidencia física, no obstante, no siempre esta labor ha sido fácil de realizar, a menudo puede llegar a ser un verdadero reto para el personal forense identificar y analizar pruebas o vestigios en una escena del crimen. (Henry C & Elaine M, 2013)

Cuando se realiza una recopilación de datos, es necesario analizar la naturaleza de la evidencia receptada, con la finalidad de facilitar tiempo y recursos que se vayan a utilizar para realizar una investigación en el campo forense. Cuando se examinan objetos considerados como pistas, se envían al laboratorio forense para un estudio más detallado. Cuando se identifican otro tipo de evidencias como fluidos biológicos la manipulación, recolección y conservación de este tipo de muestras también deben seguir un protocolo por los analistas, para luego ser transportados hasta el laboratorio. Mientras los investigadores apliquen de manera correcta conceptos y técnicas para una búsqueda efectiva de evidencias o rastros físicos, se asume que la información brindada será confiable. (Henry C & Elaine M, 2013). Existen distintas formas de que la evidencia sea considerada confiable y útil en procedimientos judiciales, es por esto que hay varias formas de clasificar los tipos de escenas de crimen y también los tipos de evidencias encontrados en una escena del crimen.

1.2.1 Tipos de escenas del crimen

- El lugar donde cometió u originó el delito se denomina como: escena principal, escena secundaria, etc.
- El tipo de delito que ha sido cometido como, por ejemplo: homicidio, agresión sexual, robo.
- La ubicación física en el lugar de los hechos, o sea, si fue realizado en la parte interna o externa de algún lugar en específicos.
- La condición física en la que se encontró a la víctima o a las evidencias físicas como, por ejemplo, enterrado, bajo el agua, sobre algún objeto o material, etc.
- La apariencia de la escena del crimen, por ejemplo, si el hecho se encontraba perfectamente organizado, limpio, sucio, etc.

1.2.2 Tipos de evidencias físicas en una escena del crimen

1.2.2.1 *Evidencia transitoria* Por su naturaleza se considera que permanecerá solo de forma temporal, ya que podría cambiar o perderse en la escena del crimen. Por ejemplo, olores, color, temperatura o algún fenómeno físico como la rigidez o sequedad de la sangre.

1.2.2.2 *Evidencia condicional* Se genera por un conjunto de acciones, no es observable, así que debe ser documentada de forma inmediata en la escena del crimen o se perderá para siempre. Por ejemplo, iluminación, fuego, humo, condición del cuerpo de la víctima, entre otras.

1.2.2.3 *Evidencia de patrón* Existe una variedad de patrones, la mayoría se componen por huellas, hendiduras, estrías o distintas marcas, deposiciones o fracturas, salpicaduras o manchas de sangre en distintos tipos de soportes, marcas de llantas, pólvora o residuos. (Henry C & Elaine M, 2013)

1.2.2.4 *Transferencia de evidencia* Se la conoce también como evidencia de rastro y usualmente es producida por el contacto físico entre personas y objetos, de forma tradicional es examinadas en laboratorio forense.

1.2.2.5 *Evidencia médica* Son lesiones que adquirió la víctima y se puede determinar el grado de la lesión, ubicación, el estado de la herida, el objeto con el que se realizó la lesión, etc. (Henry C & Elaine M, 2013)

1.2.2.6 *Evidencia electrónica* La tecnología juega un papel importante ya que la disponibilidad de dispositivos electrónicos como teléfonos celulares, PC, IPod, iPad, cámaras de vigilancia, equipos de grabación, proporcionan pistas que contribuyen mucho dentro de una investigación. Por ejemplo, el registro de llamadas en un teléfono móvil, los correos electrónicos, cintas de video de cámaras de seguridad con fecha y hora, etc. (Henry C & Elaine M, 2013)

1.3 Química Forense

La química forense es la ciencia encargada de aplicar principios químicos con la finalidad de resolver casos de interés judicial en el ámbito forense. Una herramienta fundamental para el procesamiento de indicios o de evidencias en una escena del crimen son analizadas y examinadas para de esta forma obtener información que los relacione con el caso en cuestión, con la finalidad de obtener información que relacione a los implicados y al acto cometido. (Jara, 2015)

Las sustancias que pueden ser analizadas en el ámbito de la química forense no son limitadas solo por fluidos biológicos, sino que abarcan diversidad de materiales como vidrio, pintura, tintas, explosivos, suelos, entre otras, ya que, todo aquel material analizado y el modo en el que se lo estudia dependerán del caso que esté siendo procesado. (Jara, 2015)

1.4 Rol del químico forense

El químico forense es parte fundamental en cuanto a investigaciones criminales, ya que su función se basa en instruir al juez sobre la composición, estructura y propiedades de la materia y sus transformaciones propiamente. Esto se debe a que, en muchos casos se analizan sustancias químicas en el lugar del hecho, ya sea a la víctima o el autor de los hechos. El químico forense también se desempeña en el área toxicológica que comprende analizar intoxicaciones producidas por fármacos, sustancias nocivas, psicotrópicos y estupefacientes, o en muchos casos la contaminación del agua, el aire, etc. (Wickenheiser, 2021)

La importancia que tiene en una investigación el químico forense es muy significativa debido a que de esta forma los laboratorios forenses maximizan el valor de la evidencia y se realiza procedimientos de manera minuciosa a través de la ciencia aplicada. Todo esto es posible debido a que las evidencias atraviesan un sin número de mecanismos, donde se evalúa la sensibilidad, especificidad y puntualidad de los rastros biológicos hallados. (Wickenheiser, 2021)

1.5 Hematología

1.5.1 La sangre “La sangre es un líquido de color rojizo, que circula por las arterias y venas del cuerpo de los animales y humanos. Se compone de una parte líquida o plasma y de células en suspensión: hematíes, leucocitos y trombocitos”. (Nuñez Rodríguez, 2016)

1.5.2 Generalidades En el campo forense la sangre es una evidencia física que permite identificar y analizar la escena del crimen desde diferentes puntos de vista, ya que, podemos reconocer como se han producido los hechos, por medio de: objetos o armas utilizadas, la posición en la que se encontraba la víctima y victimario, los patrones de manchas de sangre que se produjeron, ya sea por arrastre, goteo o

salpicadura, ya que, todo esto forma un vínculo específico con el lugar de los hechos y demás aspectos criminalísticos. En este campo es muy importante determinar detalles como el ángulo en el que la sangre se depositó en diferentes sustratos, el punto de origen y también analizar si la sangre fue alterada o se limpió para no dejar rastros del hecho.(Nuñez Rodriguez, 2016)

1.5.3 *Composición* La sangre está compuesta por elementos que le brindas características propias, al circular por los vasos sanguíneos alrededor del cuerpo, cada una de las partes que la componen cumplen funciones específicas. Por ejemplo, los glóbulos rojos son aquellos responsables de transportar oxígeno y dióxido de carbono, mientras que las plaquetas son precursoras en la coagulación sanguínea. (Nuñez Rodriguez, 2016)

Leucocitos: Estas células son parte fundamental del sistema inmune, se consideran como una defensa y protección hacia las sustancias o microorganismos extraños que ingresan hacia nuestro organismo. Existen muchos tipos de leucocitos, cada uno con una función específica; por ejemplo, los granulocitos que participan en el proceso de fagocitos e ingestión de las sustancias extrañas que ingresan a nuestro organismo. (Vives & Aguilar, 2014)

Eritrocitos: Los eritrocitos son el componente celular más abundante en la sangre, esto poseen características como: carencia de núcleo y organelos citoplasmáticos y su única función es encargarse del transporte de la hemoglobina a lo largo del sistema circulatorio, para que de esta forma los tejidos se oxigenen de manera adecuada y así contribuir en la función respiratoria. (Vives & Aguilar, 2014)

Plaquetas: Estas células se encuentran presentes en la médula ósea y se las denominan también como megacariocitos. Poseen características físicas que las distinguen de las demás células y su función principal es ser precursoras en el tapón hemostático en caso de hemorragias y contribuyen en la coagulación sanguínea. (Vives & Aguilar, 2014)

Plasma: Este componente de la sangre es constituye un 55% del volumen total de la sangre y está formado por un 90% de agua y un 10% de sustancias sólidas que se encuentran disueltas en el agua. (Vives & Aguilar, 2014)

1.5.4 *Propiedades físicas.* Las propiedades físicas de la sangre desde el punto de vista forense son de mucha importancia debido a que este recurso le permite al

analista determinar y comprender características particulares dentro de una escena del crimen. La densidad, viscosidad y tensión superficial son características que se analizan de forma frecuente en manchas de sangre halladas en una escena del crimen.(Sniegovski et al., 2016b)

- Densidad: la densidad es una medida de masa de una sustancia y esta dependerá mucho del volumen de la sustancia, ya que cuan mayor sea la masa, mayor será su resistencia. Durante la formación de una gota de sangre, estos factores mencionados son la causa principal para la formación de manchas patrón en una escena del crimen.(Sniegovski et al., 2016b)
- Viscosidad: es conocida también como consistencia y permite determinar la resistencia de un fluido. Esta característica puede variar en la sangre por muchos factores como la presión y la temperatura. (Sniegovski et al., 2016b)
- Tensión superficial: esta propiedad se forma debido a la cohesión de las moléculas de la sangre en estado líquido y de esta forma al aplicar fuerza le permite a la sangre líquida resistir la separación. Esta característica forma las conocidas gotas de sangre en diferentes superficies. (Sniegovski et al., 2016b)

1.6 Hematología forense

La hematología forense es un estudio científico del campo de la criminalística considerada como precursora del análisis de la sangre aplicando conocimientos hematológicos, biológicos, médicos y criminalísticos (Sopran & Bomfim, 2019). Este estudio permite conocer el mecanismo en el que la sangre se formó, su tamaño, extensión, color, aspecto, entre otras; con la finalidad de contribuir al análisis de evidencias físicas en una escena del crimen. (Quispe Gallegos, 2018)

1.6.1 Importancia Cuando en forense se trata del área de Hematología, estamos hablando de crímenes cuyas manchas de sangre son imposibles de detectar a simple vista, Posiblemente escenas en las cuales los autores intentaron borrar rastro o tras diversos factores (tiempo, humedad, temperatura, entre otros) se fue deteriorando la evidencia (Da Silva Fonsêca et al., 2022). Por ello, es importante aplicar la Hematología Forense, y las diferentes métodos y pruebas reconstructivas y confirmatorias que se aplican a indicios biológicos con la finalidad de localizar las manchas latentes en el lugar de los hechos, para posteriormente con la debida

interpretación y análisis de los resultados esclarecer la verdad de lo ocurrido. (Figuerola Martínez et al., 2022; Pachar L, 2018)

1.6.2 *Casos* En Ecuador, es preocupante la situación de inseguridad que se vive día tras día. Según datos registrados por la Dirección Nacional de Investigación de Delitos Contra la Vida, Muertes Violentas, Desapariciones, Secuestro y Extorsión (DINASED), hasta la presente fecha, contamos con aproximadamente 4.765 muertes violentas. (Aguayo Z., 2020)

Son muchas las causas por las cuales una persona puede agredir a otra, provocándole graves lesiones o incluso quitándole la vida. Sin embargo, esto se ve mayormente originado por problemas psicológicos y daños emocionales, que afectó y continúa afectando al agresor y su entorno. (Mera J., 2021)

Casos de femicidio, violencia en las cárceles, homicidios, asaltos a mano armada, suicidios, son algunas de las muchas escenas que se vive en nuestro país, y que en su gran mayoría quedan en la impunidad. Ya sea por falta de profesionalismo, recursos, equipos, investigación, entre otros. No se cumple a cabalidad con el deber que implica ser un químico forense. (Carrillo, 2018)

1.6.3 *Hematología Forense Reconstructiva* Es la disciplina enfocada en el estudio exhaustivo de las manchas de sangre halladas en una escena del crimen, principalmente su morfología. Puesto que, a partir de la formación o depósito que adquirió la mácula se puede determinar la dinámica con la que ocurrió el hecho violento, movimientos realizados y posición de la víctima y del victimario en el lugar de los hechos, intensidad de los golpes, traumatismos, arma/s utilizadas, entre otros. (Roncato et al., 2023)

1.7 Patrones hemáticos

Según Hernández, 2020 menciona que un patrón hemático es aquella forma que adquieren un conjunto de manchas o charcos de sangre en el lugar de los hechos, cuyo ángulo de impacto, área, origen, posición y movimientos de la víctima y victimario son de principal análisis dentro de una escena del crimen.

A través del análisis realizado a la morfología de las manchas, podemos conocer el que tipo de hecho delictivo del cual trata, ya sea un accidente, homicidio, suicidio, entre otros. Así mismo, puede conocerse el número de veces que la víctima fue atacada, si el

agresor utilizó objetos y que tipo de objeto, si en la escena se encontraban varias personas, si el agredido actuó en defensa y si se manipuló el lugar para aparentar un hecho diferente. (Finez & Chiarato, 2019)

El análisis de patrones hemáticos conlleva un procedimiento basado en la clasificación de las manchas encontradas en una escena del crimen. algunas de ellas son, por ejemplo: cast-off, la cual se refiere a que a través de un objeto se arrojará la sangre, mediante transferencia, es decir, la sangre sobre la superficie adquiere forma de un objeto; por goteo, dado de un individuo hacia un objeto (Fonseca & Garrido, 2018). Por último, está el pooling, la cual se trata de la acumulación de sangre sobre determinada superficie por gravedad. Podemos encontrar otros métodos para clasificar un evento como el diagrama de flujo del suceso, el cual trata sobre las acciones ocurridas y lo estas derivan. (Roncato et al., 2023)

La fuerza y velocidad están estrechamente relacionadas dentro de patrones hemáticos, porque, de acuerdo al impacto generado por quienes intervienen en una escena del crimen puede darse de tres maneras distintas, como son impacto alto, medio y bajo. Sin embargo, esto conlleva a la aplicación conjunta de otras técnicas mucho más específicas y exámenes de la escena más complejos.(Finez & Chiarato, 2019; Roncato et al., 2023)

Estas manchas sanguíneas pueden clasificarse en varios tipos dependiendo del objeto utilizado por el agresor para dañar a la víctima. (Suxberger & Furtado, 2018)

1.7.1 Tipos de patrones hemáticos

1.7.1.1 *Mancha clase 1 o gotas simples* Son producidas por acción de la gravedad, tras caer de manera vertical. Sus bordes son regulares y redondeados. Pueda que la agresión haya sido provocada por un arma de fuego, arma corto punzante y arma punzante, a cualquier distancia. (Sniegovski et al., 2016)

1.7.1.2 *Mancha clase 2* Poco regular, con bordes claramente festonados por acción de alguna fuerza exterior y tamaño hasta de 10mm. Posiblemente la velocidad a la cual cae es moderada. Podría tratarse de alguna arma corto punzante o arma de fuego a larga distancia. (Sniegovski et al., 2016)

1.7.1.3 *Mancha clase 3* Debido a gran velocidad con la que se produce, se ve inmersa la fuerza de gravedad. Por tanto, la gota al caer sobre la superficie

adquiere una forma alargada con cabeza y cola a la vez. Si en una misma escena del crimen se encuentran más de 3 de estas manchas con la misma estructura, será un indicativo de que el lugar de origen donde se produjo el impacto es el mismo y vienen dirección de un solo punto. (Sniegovski et al., 2016)

1.7.1.4 Mancha clase 4 o de gran tamaño Son de gran tamaño, incluso a ello se debe su nombre. Por lo que, para ello el empleo de armas contundentes punzantes, armas de fuego y cortopunzantes fueron utilizadas en el hecho tanto a cortas como largas distancias. (Sniegovski et al., 2016)

1.7.1.5 Patrón de proyección Se generan cuando el hecho ocurre de manera violenta sobre el soporte que recae y viene acompañada de manchas satélite. Puede observarse en paredes, pilares, o cualquier otro tipo de superficies verticales. (Sniegovski et al., 2016)

1.8 Importancia de las superficies

Una parte importante dentro del origen y forma que adquiere una gota de sangre en una escena del crimen es la superficie sobre la cual recae. Es necesaria su determinación, ya que, cualquier superficie y objeto es susceptible a albergar y modificar la mácula de sangre en razón de varios factores, como, por ejemplo, su textura, permeabilidad, dureza, entre otros. Si el soporte es rugoso, permeable y blando, la forma de la mancha variará muchísimo aun si el mecanismo por el cual se creó es el mismo. En cambio, en superficies de textura dura, impermeable y lisa se denotará la mancha principal como tal, pero, a su alrededor habrá muy pocas salpicaduras. En el caso de soportes de textura rugosa, áspera y con bordes sobresalientes ocurre lo contrario al anterior, habrá muchas más salpicaduras alrededor de la mancha primaria, debido a la tensión superficial tan brusca con la que se impacta. (Hernández, 2020)

Existen otros tipos de superficies llamados tejidos absorbentes, donde se incluye papel de cocina, tejidos, alfombras, tela tipo algodón, entre otros. En los cuales la mancha pierde sus bordes regulares y se plasman en forma de puntas, semejante a una estrella. Esto también afecta el posible ángulo sobre el cual cayó la mancha en el tejido, ya que al ser de forma tan irregular la mácula, se dispersa en varias direcciones, afectando así en la interpretación del mecanismo responsable del origen del patrón. Razón por la que, dentro de la fase experimental es donde se pondrá mayor énfasis en las características

de dicha superficie, evitando análisis erróneos, para lograr una correcta reconstrucción de los hechos y que la investigación sea justa. (Hernández, 2020)

1.8.1 Tipos de superficie

1.8.1.1 *Vidrio rugoso* La mácula producto del impacto formada en este tipo de superficie se observa irregular. Puesto que, se adapta a la forma y relieve del soporte, por lo cual, pierde su forma característica dificultando así su análisis. (Hernández, 2020)

1.8.1.2 *Madera pulida* Presenta características similares a las de una mancha pasiva con diámetro aproximado de 5 cm. Debido a la rigidez de la superficie, poca permeabilidad, y textura lisa se crean bordes en terminación de punta e irregulares, con varios satélites. Si la caída de la gota es brusca, la tensión superficial se rompe. (Hernández, 2020)

1.8.1.3 *Cartón liso* Al ser una superficie rígida y lisa las gotas resultantes adquieren un tamaño y diámetro estándar. Existe rompimiento brusco de la tensión superficial, lo cual, hace que se generen bordes con terminación en punta y salpicaduras a su alrededor. (Hernández, 2020)

1.8.1.4 *Cerámica lisa* Debido a la dureza e impermeabilidad de esta superficie, hace que la gota conserve su forma redondeada tradicional sin grandes salpicaduras a su alrededor, es decir, la gota principal mantiene el tamaño y diámetro estándar. Sus espinas cortas a lo largo de su circunferencia y un color mate característico por la brusquedad y no porosidad de la superficie. (Hernández, 2020)

1.8.1.5 *Algodón liso* La mácula sanguínea se ve afectada de manera directa por este tipo de soporte, debido a la permeabilidad y porosidad de la superficie del textil. Dado el momento en el que cae la gota de sangre la absorción será inmediata, conservando la forma redonda característica de la gota, bordes festonados, sin salpicaduras o manchas satélite. Sin embargo, se expande una vez impregnada en la tela generando así una mácula de mayor tamaño manteniendo sus bordes. (Hernández, 2020)

1.9 Hematología Forense Identificatoria

Es la disciplina encargada de la identificación de las muestras biológicas halladas en un hecho delictivo, a través de pruebas de orientación y certeza. Cuya finalidad es

demostrar que la sangre encontrada en escena es de origen humana o animal, su grupo sanguíneo y región corporal de la cual proviene, sexo, ADN, antigüedad, entre otros. (Silva & Ventura, 2020)

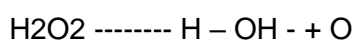
Se lleva a cabo dentro de un laboratorio biológico, en el cual se realizan una serie de procedimientos metodológicos donde se incluye muchas ramas de la biología como la bioquímica, inmunología, y parte de física, para determinar la naturaleza de la mancha hallada. (Silva & Ventura, 2020)

1.9.1 Técnicas de orientación Este tipo de pruebas, permiten determinar si la mancha o manchas encontradas en una escena del crimen son de origen biológico. Si bien es cierto, estas son técnicas ampliamente usadas, pero, no son un factor determinante para saber si se trata de sangre o no. En caso de dar un resultado positivo, la mácula será procesada en el laboratorio aplicándole otras técnicas conjuntas confirmatorias. (Nuñez Rodríguez, 2016). Aunque estas técnicas son muy sensibles, resultan muy inespecíficas, debido a que en una escena pueden encontrarse incluso diluidas, contaminadas o enmascaradas las muestras, dependiendo de cómo ocurrieron los hechos, arrojando un resultado falso-positivo. Incluso muchos autores manifiestan llegaron a la conclusión de que las máculas en relación a la superficie y lugar del suceso presentan ciertas similitudes como escasa concentración, afección por los factores ambientales que provocan manchas deshidratadas o diluidas, degradación y contaminación, algunas se ven alteradas por el victimario y todo esto interviene al momento de analizar los resultados. (Nuñez Rodríguez, 2016)

1.9.1.1 *Métodos colorimétricos*

- *Bencidina o reacción de Adler* Las peroxidases sanguíneas toman acción en esta reacción. Al ser estas catalasas con actividad enzimática, tienen las características deshacer el peróxido de hidrógeno y demás peróxidos orgánicos, para producir en los radicales oxhidrilo liberación de los mismos (Franco, 2016).

A continuación, se presenta la reacción:



La hemoglobina tiene un grupo *hem*, el cual presenta actividad catalítica, capaz de provocar ruptura del peróxido de hidrógeno. Siempre que no haya presentes más

sustancias orgánicas que se oxiden, la actividad de la hemoglobina, será descomponer en agua y oxígeno al peróxido de hidrógeno, que al momento de reaccionar con la bencidina esto se oxidará y se formará un compuesto de color azul intenso. Al oxidarse la bencidina, la prueba arroja un resultado positivo a la identificación de sangre, motivo por el cual, deben aplicarse otras técnicas confirmatorias, para excluir cualquier resultado dudoso, debido a factores contaminantes. Si, por el contrario, el resultado es negativo se descarta la presencia de sangre. Ver Cuadro 1 *Reacción de Bencidina o Adler* (Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020)

Cuadro 1 *Reacción de Bencidina o Adler*

Sensibilidad	Reactivo	Cantidad	Procedimiento
1,300,000 a 500,000	Bencidina	0.25 g	Para preparar la solución de insulina se procede a tomar 0,25 g de bencina y se disuelven en 175 mL de etanol. Seguido, añadirle de 5 a 10 gotas de ácido acético glacial y conservar esta mezcla en un frasco ámbar en refrigeración, junto con el peróxido de hidrógeno al 3%.
	Ácido acético glacial	5 a 10 gotas	
	Etanol	175 mL	
	H ₂ O ₂ al 3%	Gotas	Humedecer un hisopo con agua destilada y frotarlo sobre la mancha. Posterior, añadirle de 1 a 2 gotas de bencidina y observar la coloración que se forma. En caso de ser positiva la muestra, el hisopo adquiere una coloración azul intensa.

Fuente: (Franco, 2016)

- *Fenolftaleína o de Kastle-Mayer* Presenta similitud respecto a la reacción de Adler. Pero, en este caso la fenolftaleína debe estar en su forma reducida e incolora y conservada en refrigeración dentro de un envase hermético sellado color ámbar. Se

aplica esta reacción en medio alcalino y se la debe calentar a 100°C durante un minuto. Las peroxidasas vegetales se verán modificadas por la temperatura, por ello no debe descuidarse la reacción al momento de su preparación. (Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020). Existen ciertos factores importantes a considerarse:

- Termolabilidad, las peroxidasas vegetales son inestables y se inactivan al ser calentadas durante un minuto a 100°C, lo que en las peroxidasas animales ocurre lo contrario.
- Tiempo, las peroxidasas animales son estables hasta incluso después de varios meses de haberse formado la mancha, y lo mismo ocurre con las peroxidasas vegetales, por lo que al dar ambos resultados positivos pueden crearse resultados erróneos.
- pH, las peroxidasas vegetales no reaccionan en medio alcalino, solo en medio ácido. Y es lo que le da confiabilidad a la técnica frente a peroxidasas animales. Ver Cuadro 2 .

Cuadro 2 Reacción de Kastle Mayer

Sensibilidad	Reactivos	Cantidad	Procedimiento
1: 1,000,000 a 10,000,000	Fenolftaleína	2 g	Humedecer el hisopo con solución salina y frotarlo sobre la mancha. Luego, introducirlo en un tubo de ensayo con 2 cm de solución salina y calentarlo por 1 minuto a 100°C. Añadirle gotas de reactivó y esperar unos segundos para agregarle agua oxigenada. En caso de ser positiva la muestra, se observará una coloración rosa brillante.
	Hidróxido de potasio	20 g	
	Agua destilada	100 mL	
	Polvo de zinc	20 g	
	Solución de agua oxigenada al 3%	Gotas	
Fuente: (Franco, 2016)			

- *Leuco malaquita verde* Reacción de reducción y oxidación. El prefijo “leuco” hace referencia a la forma incolora, y a la vez reducida. Por acción de las peroxidadas, dando así una forma oxidada verde. Aunque, es una de las pruebas más confiables que se realiza en sangre resulta menos precisa que la de bencidina.(Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020)

Para preparar el reactivo de trabajo, se parte de la mezcla sólida de perborato de sodio y malaquita verde, guardar en frasco ámbar. Para el disolvente mezclar el ácido acético glacial con el agua destilada. El reactivo a usarse debe prepararse inmediatamente antes de usarse, mezclando la parte sólida con la solución. Ver Cuadro 3 *Reacción de Leuco malaquita verde*(Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020)

Cuadro 3 Reacción de Leuco malaquita verde

Soluciones	Reactivos	Cantidad	Procedimiento
Sólido	Perborato de sodio	0,32 g	Humedecer un hisopo con agua destilada y frotarlo en la presunta mancha. Agregarle gotas del reactivo y observar. En caso de ser positivo dará una coloración verde.
	Malaquita verde	0,10 g	
Solución	Ácido acético glacial	6,6 mL	
	Agua destilada	3,3 mL	
Fuente: (Franco, 2016)			

1.9.1.2 Otros métodos

- *Luminol* O llamado también 3 amino-ftalhidracina se utiliza a partir de la preparación previa de 2 soluciones a las cuales denominaremos A y B. Ver **Cuadro 4 Reacción de Luminol** (Franco, 2016; Quispe & Flores, 2014)

Cuadro 4 Reacción de Luminol

Soluciones	Reactivos	Cantidad	Procedimiento
A	Luminol	0,1 g	Añadirle a la solución A 1 gota de agua oxigenada. Luego agregar 2 gotas de Solución B, esperar 1 minuto. Al ser positiva la reacción las manchas producirán luminiscencia, sin provocarle alteraciones.
	Carbonato de sodio	1 g	
	Agua destilada	100 mL	
B	Hidracina hidratada al 95%	0,1 g	
	Agua destilada	100 partes	
Fuente: (Franco, 2016)			

- *Bluestart* En las ciencias forenses este método es utilizado como una prueba presuntiva para la determinación de sangre latente en una escena del crimen. Este kit es el más utilizado en el área, ya que ha permitido obtener los mejores resultados, en comparación a otras pruebas presuntivas de sangre latente. Las manchas de sangre que se han intentado limpiar en el lugar de los hechos o borrar, para que no sean visibles a simple vista, mediante este método por medio de una reacción químico luminiscente en la oscuridad es posible observar mediante una emisión de luz azul brillante la presencia de sangre en diferentes superficies u objetos. (Colín & Daniel, 2019)

- *Lucerol* Al entrar en contacto en grupo Hemo con el lucerol, se forma una reacción de color amarillo verdosa. Sin embargo, requiere de luz fluorescente para la interpretación de los resultados de aproximadamente 450nm, lo cual, implica una desventaja ya que esto puede alterar el ADN de la muestra. Tiene una sensibilidad de 1:10.000. (Vásconez et al., 2021)

1.9.2 *Técnicas de certeza* O también conocidas como técnicas de confirmación. Estas presentan una ventaja particular, lo cual permite identificar de

manera exacta si se trata o no de una mancha de origen humano, sin dar paso a algún otro resultado. Podemos conocer el tipo de grupo sanguíneo al que pertenece (Rodríguez, 2020). Para ello, se presenta los siguientes métodos:

1.9.2.1 Cristalografía

- *Teichman o Cristales de hemina* Cuando a la hemoglobina se le añade ácido acético, las proteínas presentes en esta se separan del grupo prostético. Tras ello, ocurre una hidrolisis que desnaturaliza la globulina. En medio ácido el grupo fierro se oxida a partir del grupo hem, esta reacción ocurre mucho más rápido que en medio alcalino. Si hay presencia de un halógeno inorgánico dentro de la muestra, esto dará paso a la formación de cristales insolubles de hemina o ferri protoporfirina. Ver *Cuadro 5 Reacción de Teichman o Cristales de hemina* (Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020)

Cuadro 5 Reacción de Teichman o Cristales de hemina

Reactivo	Cantidad	Procedimiento
Cloruro de sodio	0,1 g (100mg)	Colocar la muestra sobre una placa portaobjetos y cubrirla. Deslizar entre ambas laminas, unas gotas del reactivo de Teichman y calentar lentamente a temperatura baja hasta evaporación. Dejar enfriar y observada al microscopio. Si la muestra resulta positiva se podrán observar cristales romboidales café oscuros.
Bromuro de potasio	0,1 g	
Yoduro de potasio	0,1 g	
Ácido acético	100 mL	
Fuente: (Franco, 2016)		

- *Takayama o cristales de hemo cromógeno* La ferri protoporfirina y la ferri protoporfirina tienen la facilidad de combinarse como otros compuestos de tipo nitrogenados, debido a que tienen una globulina en su estructura. De hecho, se incluyen

compuestos como proteínas, hidróxido de amonio, nicotina, pirimidina, entre otros. Los cristales pueden formarse independientemente del medio donde se encuentren, ya sea alcalino a ácido, aunque debemos tener en cuenta que el reactivo es de naturaleza alcalina. Ver *Cuadro 6 Reacción de Takayama o Hemocromógeno*. (Franco, 2016; Silva & Ventura, 2020)

Cuadro 6 Reacción de Takayama o Hemocromógeno

Reactivos	Cantidad	Procedimiento
Glucosa saturada	1 mL	Colocar la muestra sobre una placa portaobjetos y cubrirla. Entre las laminillas colocar varias gotas de reactivo de Takayama y calentar a baja temperatura durante 30 seg; observar en microscopio. En caso de ser positiva la muestra se verán cristales con forma romboidal de color rosa.
Hidróxido de sodio al 10%	1 mL	
Agua destilada	2 partes	
Piridina	1 mg	
Fuente: (Franco, 2016)		

1.9.2.2 *Microscopia* La observación de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y demás elementos componentes en microscopio, a partir de las manchas creadas, en dependencia del tiempo y como este puede afectarles en su estructura es parte fundamental dentro de esta investigación. (Nuñez Rodríguez, 2016)

En el caso de observarse glóbulos rojos con núcleo son indicativo de que se trata de sangre animal. Mientras que, si no presentan núcleo, se trata de un mamífero, ya que estos glóbulos al alcanzar la madurez pierden su núcleo. En cambio, en los glóbulos blancos, la observación de núcleo da pauta a obtener su ADN, sin embargo, esto requiere de técnicas muchísimo más específicas como complemento. Estas técnicas microscópicas son realizadas de forma habitual con ayuda de tinción de Giemsa o

Wright, ya que esta técnica de coloración contribuye a la visualización y diferenciación de células y estructuras analizadas mediante microscopía. (Nuñez Rodríguez, 2016)

1.9.2.3 Inmunocromatográfica Es un método específico para la detección de sangre humana, que corresponde a la elución de una muestra a través de una membrana de nitrocelulosa. Donde, mediante la reacción entre anticuerpo-antígeno se coloreará el test inmunocromatográfico mostrándose un resultado positivo o negativo según sea el caso. (Vaca & Parco, 2016)

Tras varios estudios se ha demostrado que no presenta reacciones cruzadas con sangre de animales domésticos específicamente. Tiene una sensibilidad del 1/1000 a 1.000.000. (Vásconez et al., 2021)

1.9.2.4 Pruebas de ADN Las pruebas de ADN en el análisis de sangre en una escena del crimen se realizan después de que las anteriores pruebas presuntivas o confirmatorias han sido realizadas con éxito. Esto con la finalidad de que la sangre analizada sea procesada en el laboratorio y extraer el ADN para la individualización. Se deben seguir distintos tipos de protocolos, pero todos guardan el mismo fundamento “extraer del núcleo y purificar eliminando la máxima cantidad de residuos celulares y sustancias contaminantes que puedan interferir en el estudio.” (Giraldo V et al., 2013)

1.9.3 Técnicas convencionales (espectroscópicas)

1.9.3.1 Espectroscopia Raman La espectroscopia Raman es conocida como una técnica con alta sensibilidad utilizada de forma convencional en laboratorios forenses. Con el paso del tiempo, la espectroscopia Raman, ha estado más involucrada en el análisis discriminatorio de la sangre de otros fluidos corporales. A fin de llevar a cabo de manera idónea las investigaciones, se deben analizar algunos parámetros como, por ejemplo, la influencia de los sustratos, los límites de dilución y la longitud de onda de excitación para establecer protocolos de recolección confiables.(Boyd et al., 2011)

1.9.3.2 NIR La espectroscopia infrarroja opera mediante vibraciones propias de cada enlace químico, lo cual, permite una vez identificado el grupo funcional presente en la molécula provoque transiciones vibratorias. A través de ensayos de identificación o cuantitativos, nos muestra mediante longitudes de onda próximas al infrarrojo cercano (NIR) que se extienden hasta la región visible. La fluorescencia y la luz del ambiente externo no influye en la calidad de los espectros, por lo que, tiene una amplia aplicación dentro del campo forense, ya que se analiza de forma directa la

escena del crimen. Se pueden analizar muestras que contengan restos de pintura, tintas, fibras, restos de explosivos, drogas, material biológico, cabellos, polímeros, entre otros. (Queiroz Pereira, 2019)

La sensibilidad, rapidez, optimización y utilización de equipos hacen de esta técnica espectroscópica una de las más confiables y seguras para el análisis de patrones hemáticos y muchos otros fluidos corporales, así como también la identificación de máculas sanguíneas de entre otras sustancias similares. (Queiroz Pereira, 2019)

1.9.3.3 *Microscopia Electrónica de Barrido* MEB por sus siglas, genera varios tipos de señales electromagnéticas, en lugar de luz como lo hacía la anterior técnica. Para ello, dispone de un filamento que produce un haz de electrones que iluminan la muestra y a través de unos detectores los electrones producto de la interacción se agrupan y crean una imagen, en la cual, se ven reflejadas características en cuanto a la composición química, forma, estructura, entre otros datos importantes empleados en la investigación forense. (Valencia LI. et al., 2017)

Es una técnica bastante empleada a nivel de Criminalística y de manera general en las Ciencias Forense debido a que es una técnica muy sensible, más no resulta invasiva o destructiva frente al análisis de diferentes tipos de muestras, en los cuales la evidencia debe ser conservada. (Valencia LI. et al., 2017)

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de enfoque mixto, de tipo descriptivo–correlacional. Ya que se busca analizar las características de las muestras a partir de bases teóricas y con ello puntualizar las diferencias entre las variables de estudio, y así conocer cómo se relacionan dentro del campo forense. Por lo que, a su vez, el enfoque de esta investigación es de tipo cualitativo.

La población de estudio en este trabajo de titulación está comprendida por cuatro muestras de sangre humana y dos muestras de sangre animal (ave). La parte reconstructiva se realizó en una habitación común, cerrada, con paredes y piso de cemento simulando parte de la escena del crimen. Mientras que, el análisis microscópico se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología, de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, de la Universidad Técnica de Machala.

2.2 Materiales y reactivos

2.2.1 *Materiales e instrumentos*

- Tubos lila (EDTA).
- Equipo de goteo de sangre.
- Marcador (rotular).
- Jeringa.
- Testigo métrico.
- Vidrio rugoso.
- Cerámica lisa.
- Cartón.
- Madera pulida.
- Tela tipo algodón.
- Cámara fotográfica.
- Flexómetro.
- Portaobjetos
- Cubreobjetos.
- Tijera.
- Vaso de precipitación.

- Pipetas.
- Microscopio Zeiss.

2.2.2 *Reactivos*

- Reactivo de Wright.
- Alcohol absoluto al 70%.
- Suero fisiológico
- Agua destilada

2.3. Métodos y técnicas de procesamiento

2.3.1 *Variables de estudio* Las variables analizadas como la población, el tiempo, la diferencia de alturas y superficies influyen en la formación de una mácula de sangre sobre un sustrato y cambian sus características morfológicas. Por otra parte, se estableció diferencias entre los elementos formes de sangre humana y animal (ave) mediante microscopía. Cabe indicar que, se emplearon distintas técnicas de procesamiento de muestras, esto con la finalidad de destacar la más apropiada en cuanto a la diferenciación de los elementos formes de la sangre (glóbulos rojos y glóbulos blancos).

2.3.2 *Recolección de muestras* La recolección de sangre humana se realizó en 2 etapas y por punción venosa a 2 pacientes adultos sanos. La primera toma se extrajo a paciente femenino de 23 años y 57 Kg de peso; la segunda extracción fue a paciente masculino de 26 años de edad y 55 Kg de peso, la cual se empleó en el análisis microscópico. En tanto que, para las muestras de sangre animal, se extrajo por punción venosa en una sola toma a un ave del género *Gallus* y especie *G. marans*, cuyo peso oscilaba entre las 5lbs y una edad aproximada de 7 meses. Las muestras se envasaron en tubos con anticoagulante EDTA y se conservaron en refrigeración entre 2°C y 4°C hasta su utilización en laboratorio.

2.3.3 *Análisis reconstructivo* Se realizó una simulación de patrones de sangre por goteo estático en 5 diferentes superficies tales como vidrio rugoso, cerámica lisa, cartón liso, madera pulida y tela tipo algodón. Así mismo, los patrones de sangre por goteo estático se realizaron en un ángulo de 90°. Mientras que, las alturas a las cuales se realizaron los patrones de sangre fueron de 20 cm, 50 cm, 90 cm, 130 cm y 160 cm.

Cabe indicar que, cada una de las muestras de patrones hemáticos se realizaron por triplicado. Por lo tanto, se obtuvo un total de 75 patrones hemáticos.

2.3.4 *Análisis microscópico* Se realizaron 4 técnicas de transferencia para sangre humana y animal. La primera técnica fue de traspaso directo de tela a placa portaobjetos. La segunda técnica se llevó a cabo colocando de 2 a 3 gotas de alcohol al 70% sobre la tela embebida en sangre directo en placa portaobjetos. La tercera técnica, se realizó de manera similar a la anterior, pero con suero fisiológico. Y para la última técnica se llevó a cabo un extendido en placa. Una vez secas las muestras en placa, se procedió a teñirlas con colorante Wright. El cual se dejó actuar 6 minutos aproximadamente y posteriormente se enjuagaron las placas con agua destilada para dejar secar a temperatura ambiente. Cada una de las técnicas se hizo por triplicado a lo cual obtuvimos un total de 48 muestras de sangre. Es decir, 24 placas de sangre humana y 24 placas de sangre animal para ser analizadas microscópicamente.

2.4 Análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se llevó a cabo en el programa informático EXCEL, tanto en la parte reconstructiva como en la parte comparativa. Se calcularon las medias y las desviaciones estándar.

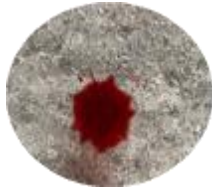
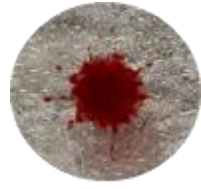
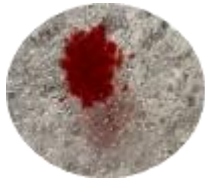
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



3.1 Análisis reconstructivo

Los patrones hemáticos realizados sobre las distintas superficies absorbentes y no absorbentes mostraron variaciones en cuanto a su morfología, sobre todo a mayor altura mostraron mayor cantidad de estrías a su alrededor. La cantidad aproximada de sangre para la realización de cada gota fue de 0.5 mL.

3.1.1 *Vidrio rugoso* Hubo mayor deformación de la mancha, esto debido a la rugosidad del soporte, por lo que la sangre se distribuyó de manera poco uniforme y con ello, se limitó la formación de estrías, obteniendo una forma distinta para cada mancha, dificultando así la medición de su diámetro, tal como se puede observar en la Tabla 1



Tabla 1. Patrones hemáticos sobre vidrio rugoso




Altura (cm)	Patrón hemático	Media	Desviación estándar	Observaciones
20 cm		1.0 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none">- Bordes festonados.- Mancha de forma irregular.
50 cm		1.2 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none">- Bordes festonados.- Manchas satélites alrededor de la mancha patrón.
90 cm		1.4 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none">- Mancha irregular.- Bordes festonados.- No presenta estrías como en el caso anterior.

130 cm		1.5 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Mancha de forma irregular. - Bordes festonados. - Presenta manchas satélites a su alrededor.
160cm		1.5 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Mancha irregular. - Bordes festonados. - Presenta manchas satélites a su alrededor.

3.1.2 *Madera pulida* La dureza de la superficie y por la capacidad que tiene la madera para absorber, se puede apreciar deformación de la mancha patrón, con bordes irregulares y espinosos. Al romperse la tensión superficial debido a la rigidez, se notan varias manchas satélites alrededor, esta característica se aprecia mejor a mayor altura, tal cual se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Patrones hemáticos madera pulida

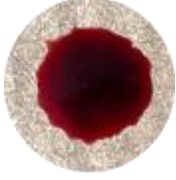




Altura (cm)	Patrón hemático	Media	Desviación estándar	Observaciones
20 cm		1.0 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Mancha regular debido a la baja altura con la que se realizó. - Bordes festonados. - No presenta estrías o manchas satélite.
50 cm		1.2 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes muy irregulares. - Bordes festonados. - No presenta estrías como en el caso anterior.

90 cm		1.1 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas satélites, junto con espinas. - Bordes irregulares.
130 cm		1.4 cm	0.5	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de espinas. - Bordes festonados y con estrías.
160cm		1.8 cm	0.0	<ul style="list-style-type: none"> - Espinas alrededor de la mancha patrón. - Bordes festonados y con estrías.

3.1.3 *Cartón liso* La rigidez de la superficie permite que la mácula no se deforme, debido a esto, conserva un diámetro por alrededor de los 1,5 cm y 1.9 cm según sea la altura a la cual se expone. Tras caer la gota la tensión superficial se rompe, lo que da lugar a la formación de manchas satélites alrededor de la mancha patrón; los bordes se apreciaban más festonados a diferencia de las demás superficies, tal y como se muestra en la Tabla 3.

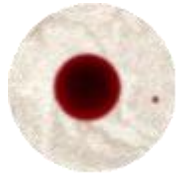




Tabla 3. Patrones hemáticos sobre cartón liso

Altura (cm)	Patrón hemático	Media	Desviación estándar	Observaciones
--------------------	------------------------	--------------	----------------------------	----------------------

20 cm		1.0 cm	0.0	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes ligeramente regulares al diámetro de la gota de sangre
50 cm		1.5 cm	0.0	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes espinados y festonados. - Extensión de la gota de sangre debido a la altura.
90 cm		1.7 cm	0.0	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes festonados y espinados. - Se crean ligeras salpicaduras alrededor de la mancha.
130 cm		1.4 cm	0.0	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes festonados y espinados.
160cm		1.8 cm	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes irregulares y espinados. - Formación de pequeñas salpicaduras.



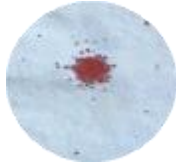


3.1.4 *Cerámica lisa* Esta superficie no absorbente, dura y lisa hace que la mancha mantenga un diámetro estándar según su altura, el cual no varía de los 2 cm. Tras caer la gota, se pueden ver sus bordes regulares, con ligeras ondulaciones. Al no haber ruptura de la tensión superficial no se aprecian manchas satélite o espinas, conforme se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Patrones hemáticos en cerámica lisa

Altura (cm)	Patrón hemático	Media	Desviación estándar	Observaciones
20 cm		1.2 cm	0.0	- Bordes regulares y uniformes.
50 cm		1.8 cm	0.1	- Bordes ligeramente irregulares. - Extensión de la gota de sangre debido a la altura.
90 cm		1.8 cm	0.1	- Bordes ligeramente irregulares.
130 cm		1.9 cm	0.0	- Bordes festonados. - Sin presencia de salpicaduras.
160cm		2 cm	0.0	- Bordes festonados. - Sin presencia de salpicaduras.

3.2.4 *Tela tipo algodón* Esta superficie absorbente, permite que la sangre sea absorbida de inmediato en la tela, quedando acumulada en el punto de impacto. A mayor altura la mancha patrón es más pequeña y con una forma más irregular; presenta espinas a su alrededor al igual que algunas manchas satélites, esto se puede diferenciar claramente a la altura de 160 cm, según se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Patrones hemáticos sobre tela algodón

Altura (cm)	Patrón hemático	Media	Desviación estándar	Observaciones
20 cm		1.6 cm	0.3	- Extensibilidad de la gota de sangre. - Formación de pequeñas manchas alrededor.
50 cm		1.0 cm	0.1	- Gota con salpicaduras.
90 cm		1.1 cm	0.1	- Mancha con bordes festonados, espinados y salpicaduras.
130 cm		1.8 cm	0.5	- Mancha con bordes irregulares. - Salpicaduras
160cm		1.3 cm	0.2	- Mancha sin forma circular. - Salpicaduras.

En el análisis reconstructivo, las características, junto con la tensión superficial y capacidad de absorción de la superficie donde recae la gota de sangre influyen en la forma y tamaño que adquiera dicho patrón, esto concuerda con lo dicho por Marcelo Finez (2019). Aquellos patrones hemáticos realizados sobre superficies muy rígidas y con textura, como es el caso del vidrio rugoso y la madera pulida, se puede apreciar adaptación de la gota a la textura y relieve que posee el soporte, lo cual impide que la mancha adquiera una forma regular, coincidiendo así con lo que menciona Hernández (2020). El cartón liso y la cerámica lisa las máculas ocupan un diámetro de mayor tamaño en comparación a los demás patrones realizados, esto a causa de la textura lisa de la superficie. En la tela tipo algodón, en cambio, por su capacidad de absorción retiene la gota irregular y se forman manchas satélites a su alrededor, similar a lo que describe Hernández (2020) y Finez (2019), aunque en ambos trabajos todas las máculas se realizan a una misma altura.





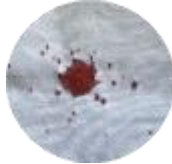
Al realizarse las muestras por triplicado se pudo constatar la variabilidad existente entre patrones a distinta altura e igual superficie. La media calculada por cada altura sobre el mismo soporte muestra gran similitud entre los diámetros de los patrones resultando para vidrio rugoso, madera pulida, cartón liso y tela algodón una media entre 1.8 y 1; en la cerámica lisa se mantuvo entre 2 y 1.2 esto debido a la dureza de la superficie y capacidad de absorción con la que impacto y se formó la mancha. La desviación estándar de las muestras a diferente altura y soporte van de 0.1 a 0.5, lo cual nos indica según lo mencionado por Molina (2013) y Aisha Hurtado, entre otros autores (2017) que existe gran correlatividad entre las sí, y un bajo margen error entre las mismas.

3.2 Cambio de coloración por antigüedad de las manchas

Para la determinación del cambio de coloración de las manchas, se tomó fotografías transcurridas 1 hora, 2 horas, 3 horas, 1 semana, 2 semanas, 3 semanas y 4 semanas. La sangre adquirió características como oscurecimiento, cada vez más pronunciado. La coloración pasada las tres semanas era muchísimo más intensa, el cambio de coloración en unas superficies se evidenció de forma más rápida que en otras.





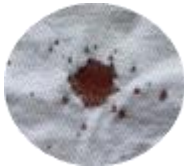
- Cambio de coloración transcurrida 1 hora. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Cambio de coloración transcurrida 1 hora

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		- Debido a la transparencia de la gota de sangre la mancha conserva su color característico.
Madera pulida		- Mancha color rojo grosella con opacidad.
Cartón liso		- Coloración rojo grosella.
Cerámica lisa		- Coloración rojo grosella.
Tela algodón		- Coloración rojo grosella en el centro. - Bordes con coloración más opaca debido a la absorción de la superficie.






- Cambio de coloración transcurridas 2 horas. Observar Tabla 7

Tabla 7. Cambio de coloración transcurridas 2 horas

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Mancha con grietas en el centro. - Coloración sangre de buey.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Conserva la estructura y color de la mancha patrón.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Mancha con opacidad total. - Coloración sangre de buey.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración sangre de buey.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Conserva coloración en el centro. - Bordes opacos debido a la absorción de la superficie. - Coloración sangre de buey.

- Cambio de coloración transcurridas 3 horas. Ver Tabla 8



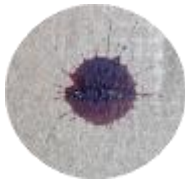

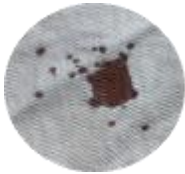
Tabla 8. Cambio de coloración transcurridas 3 horas

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Formación de grietas más pronunciadas en el centro de la mancha. - Coloración púrpura granate.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración púrpura granate con opacidad.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración púrpura granate más intensa.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Descamación pequeña alrededor de la mancha. - Coloración púrpura granate.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración púrpura granate más intensa y opaca en los bordes.

- Cambio de coloración transcurrida 1 semana. Observar Tabla 9.






Tabla 9. Cambio de coloración transcurrida 1 semana

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
-------------------	-------------------------------	----------------------

Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Formación de grietas. - Coloración laca quemada intensa.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración laca quemada.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración laca quemada con ligeras grietas.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración laca quemada.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración laca quemada con opacidad en los bordes.

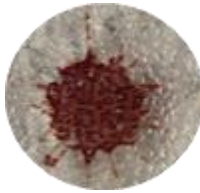




- Cambio de coloración transcurrida 2 semanas. Ver Tabla 10.

Tabla 10. Cambio de coloración transcurridas 2 semanas

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Formación de grietas en el centro - Coloración rojo sanguíneo.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Bordes con descamaciones.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo al extremo izquierdo con más intensidad. - Descamaciones en el centro de la mancha.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Descamaciones en los bordes.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Opacidad en los bordes de la mancha.

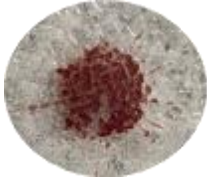




- Cambio de coloración transcurrida 3 semanas. Observar Tabla 11.

Tabla 11. Cambio de coloración transcurridas 3 semanas

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Descamaciones en el centro de la mancha.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo opaco.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo con opacidad en el extremo izquierdo.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo menos intensa. - Descamaciones más profusas en los bordes.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo intenso en los bordes.

- Cambio de coloración transcurrida 4 semanas. Ver Tabla 12.

Tabla 12. Cambio de coloración transcurridas 4 semanas

Superficie	Patrón hemático/mácula	Observaciones
Vidrio rugoso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Pérdida de la forma inicial de la mancha.
Madera pulida		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo.
Cartón liso		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo en el centro. - Bordes con descamaciones y coloración más ligera.
Cerámica lisa		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración rojo sanguíneo. - Descamaciones en toda la mancha.
Tela algodón		<ul style="list-style-type: none"> - Coloración roja sanguíneo-opaca en los bordes.

El análisis cualitativo del cambio de coloración de las manchas de sangre después de haber transcurrido un tiempo considerable se sostiene lo que Coterhuanco (2008) menciona en su investigación, en donde menciona que la sangre comienza a secarse después de 3 o 5 minutos de su exposición al medio ambiente. Este tiempo no siempre es preciso, ya que existen varias circunstancias por las que la sangre toma más tiempo en absorberse y esto dependerá de la superficie de soporte en la que recaiga y de la cantidad de sangre que se ha depositado. En la *Tabla 6* se observa que pese a utilizar la misma cantidad de sangre y la misma dinámica, al momento que esta recae en diferentes sustratos, es absorbida de forma distinta, lo que indica que inclusive el color de la superficie o las características de la estructura modifican la textura de la mancha de sangre de forma más rápida y en otras ocasiones de forma más lenta.

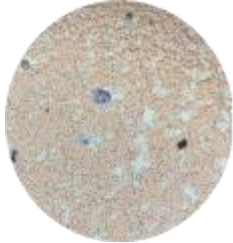
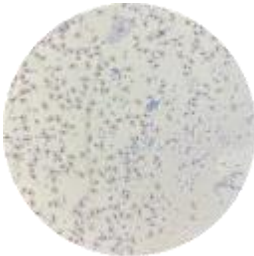
Las diferencias entre las figuras de vidrio rugoso y tela tipo algodón, que se encuentran en la *Tabla 6*, indican dos características diferentes en la coloración de la mancha de sangre, han sido realizadas con la misma dinámica, sin embargo, una muestra presenta coloración mucho más clara en comparación a la otra. Estas observaciones permiten aprobar la teoría que presenta Coterhuanco (2008) donde señala que las manchas de sangre secas varían en su color desde color marrón hacia color negro, esto se corrobora al comparar el color de los bordes (marrón oscuro) presentes en la figura de tela tipo algodón.

3.3 Análisis microscópico

Se pudo diferenciar los eritrocitos de la muestra humana y animal. Los mamíferos presentan eritrocitos anucleados, a diferencia de los peces o aves que poseen las características de eritrocitos en forma ovoide con núcleo. Para lo cual, se llevó a cabo el análisis microscópico de muestras de sangre humana y sangre animal por diferentes métodos.

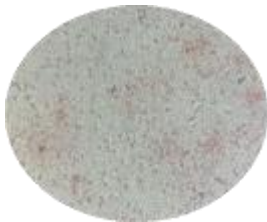
- Transferencia directa de sangre fresca en tela algodón absorbente. Observar Tabla 13

Tabla 13. Transferencia directa de sangre fresca en tela algodón absorbente.

Origen sangre	Imagen	Observaciones
Humana		<ul style="list-style-type: none"> Diferenciación de eritrocitos sin núcleo. Escasos leucocitos.
Animal		<ul style="list-style-type: none"> Apreciación de los eritrocitos y su respectivo núcleo. Presencia de leucocitos.

- Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando alcohol al 70%. Ver Tabla 14.


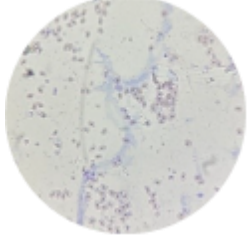
Tabla 14. Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando alcohol al 70%

Origen sangre	Imagen	Observaciones
Humana		<ul style="list-style-type: none"> Se aprecian escasos eritrocitos.

Animal		<ul style="list-style-type: none"> • Es casi nula la presencia de eritrocitos al igual que leucocitos.
---------------	---	---



- Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando suero fisiológico como medio de dilución. Observar Tabla 15.

Tabla 15. Transferencia de sangre seca en tela algodón absorbente utilizando suero fisiológico como medio de dilución

Origen sangre	Imagen	Observaciones
Humana		<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de hematíes, artefactos y leucocitos.
Animal		<ul style="list-style-type: none"> • Se distinguen hematíes con núcleo bien definido. • Forma más redondeada que en las demás transferencias.

- Frotis sanguíneo. Observar Tabla 16.

Tabla 16. Frotis sanguíneo.

Origen sangre	Imagen	Observaciones
Humana		<ul style="list-style-type: none"> • Se aprecian claramente los hematíes y algunos leucocitos.
Animal		<ul style="list-style-type: none"> • Se puede distinguir claramente los eritrocitos y entre ellos se pueden diferenciar algunos leucocitos.

El análisis microscópico de las muestras de sangre humana y animal indica que los eritrocitos de las aves poseen dentro de sus características diferenciables una forma ovalada y con un núcleo oval en posición central, como lo menciona Corina Tinta (2022), ya que esta característica es lo que la diferencia de los mamíferos, que presentan en sus eritrocitos una forma circular bicóncava anucleada. Sin embargo, es importante mencionar que estos resultados serán observables microscópicamente siempre y cuando las técnicas de recolección de muestra sean las adecuadas y el procesamiento de la técnica histológica se realice de manera correcta.

Maya (2015) menciona en su investigación que los colorantes Whright y Leishman permiten teñir los diferentes elementos formes de la sangre y caracterizarlos, este proceso es realizado mediante frotis sanguíneo. Si bien es cierto al momento de realizar por diferentes métodos las observaciones microscópicas, podemos llegar a la conclusión que el frotis sanguíneo y el traspaso directo de sangre hacia las placas porta objetos son las formas más eficientes para que se pueda impregnar la muestra de forma adecuada y realizar la tinción. Es importante resaltar que este tipo de técnicas de identificación en hematología forense, no son las más utilizadas; debido a que a menudo

se procesan muestras de sangre seca, que han sido recolectadas como indicios en una escena del crimen, es por esto que, es óptimo siempre recurrir a técnicas no convencionales de laboratorio que aporten resultados más confiables tanto en sangre fresca como en sangre seca.

4. CONCLUSIONES

- La morfología de las manchas de sangre se modificó debido a las características de los soportes y la altura a la que se realizó cada patrón hemático. El diámetro de cada mancha patrón cambió de forma más notable en estructuras como: vidrio rugoso y madera pulida, donde se observaron bordes festonados en cada mancha, mientras que en la tela tipo algodón se observaron más patrones con salpicaduras.
- El seguimiento continuo del cambio de color de las manchas de sangre durante las primeras horas y posteriormente las 4 semanas que estuvieron expuestas las manchas en las diferentes superficies destacaron entre sí, manchas donde se observa el cambio de color de la sangre de un rojo vivo a un color rojo marrón-oscuro, sobre todo en superficies como la tela tipo algodón.
- Se realizó la comparación de los elementos formes de la sangre humana y animal, mediante un análisis microscópico, donde se analizaron las diferencias entre las características de los eritrocitos. Debido a que los mamíferos presentan eritrocitos sin núcleo y con una forma circular, mientras que, en aves, estas características cambian ya que, los eritrocitos si poseen núcleo y son alargados.
- Al realizar la técnica de identificación histológica, se observaron mediante el microscopio mejores resultados con muestras de sangre fresca. Este tipo de técnicas histológicas de identificación no es aplicable en todos los tipos de investigaciones forenses realizadas en laboratorio, es por esto que, se sugiere recurrir a otro tipo de técnicas de acuerdo a la antigüedad de las manchas que permitan obtener resultados confiables.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un seguimiento continuo del estudio de cambio de coloración de las manchas a mayor tiempo de exposición (6 meses, 1 año)

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo Z., E. (2020). Tentativa de femicidio: una encrucijada entre muerte e impunidad. *Mundos Plurales*, 7(1), 79–96.
- Boyd, S., Bertino, M. F., & Seashols, S. J. (2011). Raman spectroscopy of blood samples for forensic applications. *Forensic Science International*, 208(1–3), 124–128. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2010.11.012>
- Buquet, Alain. (2006). *Manual de Criminalística Moderna* (primera edición). siglo xxi editores, s.a.
- Carrillo, J. (2018). Incidencia de femicidio en Ecuador y la provincia del Guayas. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 2218–3620. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Colín, J., & Daniel, E. (2019). *Análisis del kit “Bluestar Forensic” como presuntiva de rastros de sangre latente*. [Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco]. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/25770/1/cbs1972866.pdf>
- Corina Tinta, C., Choque Chungara, F., & Gonzales Prado, E. (2022). *COMPARACIÓN DE RECUENTO TOTAL DE ERITROCITOS CON DOS DIFERENTES DILUYENTES DE ERITROCITOS (COMERCIAL Y SOLUCIÓN FISIOLÓGICO), EN PERROS APARENTEMENTE SANOS* [Universidad Mayor de San Simón. Escuela Universitaria Posgrado. Facultad Ciencias Veterinarias]. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/33932/1/Cecilio%20Corina%20Tinta%20Trabajo%20final.pdf>
- Da Silva Fonsêca, A. L., Costa da Rocha, M. C., De Sousa, R., de Oliveira Soares, A., Raquel Cunha de Almeida, A., & Gardênia Penha de Freitas, E. (2022). GENÉTICA E POLIMORFISMO: UMA ABORDAGEM SOBRE MINISSATÉLITES E MICROSSATÉLITES E SUA CONTRIBUIÇÃO. *RECISATEC - REVISTA CIENTÍFICA SAÚDE E TECNOLOGIA - ISSN 2763-8405*, 2(5), e25136. <https://doi.org/10.53612/recisatec.v2i5.136>
- de Barros Franciellen, K. B., & Serra Mônica da Costa, C. M. da S. (2021). Ciencias forenses: Principios éticos y sesgos. *Revista Bioética*, 29(1).
- Figueroa Martínez, F., Martínez Romero, V. E., & Villavicencio Queijeiro, A. (2022). Pruebas presuntivas y confirmatorias de sangre: enseñanza de la química en la hematología forense. *Educación Química*, 33(4), 85. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.83537>
- Finez, M., & Chiarato, C. (2019). Análisis de patrones de manchas de sangre: física y biología en escenas del crimen. *DANVILLE*, 82–90.

- Fonseca, C., & Garrido, R. G. (2018). Os Limites do “Humano”: Restos humanos em um laboratório de genética forense. *Interseções: Revista de Estudos Interdisciplinares*, 20(1). <https://doi.org/10.12957/irei.2018.35933>
- Franco, M. (2016). *Hematología forense y otras técnicas serológicas* (M. Franco, Ed.; Quinta Edición, Vol. 1). Porrua.
- Giraldo V, E., Espinosa M, Tatiana., Lezcano M, N., Zuluaga B, Daniel., Clavijo B, Yolanda., Herrera E, Tatiana., & Valencia A, K. (2013). Efecto del Bluestar forensics® sobre las pruebas preliminares y de análisis de ADN en la investigación de manchas de sangre. *Revista Facultad de Ciencias Forenses y de La Salud*, 9–21. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/forenses/article/view/160/144>
- Henry C, L., & Elaine M, P. (2013). Forensic Evidence and Crime Scene Investigation. *Journal of Forensic Investigation*, 01(02), 1–5. <https://doi.org/10.13188/2330-0396.1000004>
- Hernández, M. (2020). Manchas de sangre y sus soportes. Cambios morfológicos de los patrones. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 1(35), 31–42.
- Jara, E. N. (2015). El valor de la química forense en la investigación criminal. *REMCEB*, 25–31.
- Maya García, O., Antonio Alfonso Mendez, M., Pérez Gutiérrez, R. A., Maria Ortiz Najera, R. C., & Sierra Castillo, C. (2015). *ANALISIS DE LAS CELULAS SANGUINEAS DE AVES Y REPTILES POR MICROSCOPIA DE LUZ* [Facultad Ciencias Biológicas de la UAEM.]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31798398/BCC3-libre.pdf?1392382693=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBCC3.pdf&Expires=1694989629&Signature=UPWAZawL2hOOd0w9g64WvLDcolMRONy6i1E6MoztjKkoeptgrfLQS1iheNziVoBVlx~CKEkVH1kWPrNSaHniLoEl1dkcyCMgtSnNS22C7eUiHvJxoXFQaVEvSMaZBQyfP0wr4aHzF9v8avHSpJ45vhcFQN1fHWWblb6mW6nMAIEh4brUcC9245A9SBYnMOeJZbB50emBmIFK~7fFwtbbXurBIXMxBulWOJnsE2XT6oW2ni5au1L9qBq~dQUtwe~4lnUb3pfu6xiUZAX3AucXqea9YQg45cyaZkFVz60VGewwuHWk3Wsv0E9YGsOuDuKVCwrgosoPRTcS99AZ3pH6Mg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Mera J., D. (2021). Influencia del Sistema Integrado de Identificación Balística en la resolución de muertes producidas por armas de fuego en Ecuador. *USUPOL*, 58(3), 58–66. <https://orcid.org/0000-0003-2224-1326>
- Mota, M. F., & Finotti, N. C. P. (2018). Contribuição do Banco de Perfis Genéticos da Superintendência de Polícia Técnico-Científica do Estado de Goiás com a elucidação de crimes após três anos de funcionamento. *Revista Brasileira de Criminalística*, 7(1), 26–31. <https://doi.org/10.15260/rbc.v7i1.193>

- NACIONES UNIDAS. (2009). *La escena del delito y las pruebas materiales Sensibilización del personal no forense sobre su importancia* (pp. 1–2). Naciones Unidas. www.unodc.org
- Nuñez Rodríguez, J. (2016). Aportes de la Hematología al Campo Forense: Pruebas de Orientación y de Certeza. *Revista Skopein*, 30–39. www.skopein.org
- Pachar L, J. (2018). La participación del médico forense en la escena del crimen. *Medicina Legal de Costa Rica*, 35(1).
- Pachar Lucio, J. V. (2018). Participación medico forense en escena del crimen. *Marzo*, 35.
- Queiroz Pereira, J. (2019). *Espectroscopia no infravermelho próximo e quimiometria em problemas forense: Identificação de manchas de sangue humano e plantas de Cannabis sativa L.* [Tesis de Doctorado - Química, Universidade Federal de Pernambuco]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39424>
- Quispe Gallegos, I. N. (2018). *Determinación del volumen de sangre a partir de manchas de sangre tipo charco en superficies no absorbentes para investigaciones de interés forense, Arequipa-2017* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7761/BIqugain.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe, S., & Flores, A. (2014). Detección de manchas de sangre mediante la prueba de Luminol en la investigación forense. *Con-Ciencia*, 2(1), 81–90.
- Rodríguez, J. A. N. (2020). Didactic strategy for learning the benzidine test and its importance for forensic science professionals. *Educacion Quimica*, 31(4), 75–85. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.4.72714>
- Roncato, P. A., Serra, M. da C., & Fernandes, C. M. da S. (2023). Hematologia forense reconstrutora no Brasil. *Research, Society and Development*, 12(1), e12812139612. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39612>.
- Silva, G., & Ventura, R. (2020). La importancia del biomédico en Biología molecular forense y hematología. *Atas de Ciencia Da Saúde*, 10(1), 166–175.
- Sniegovski, M. M., Bortolatto, J. M., & Formolo, F. (2016a). El análisis de su patrón en la escena del crimen. *Skopein*, 4(14), 6–18. <http://www.skopein.org/publicar-en-skopein/>
- Sniegovski, M. M., Bortolatto, J. M., & Formolo, F. (2016b). *Manchas de Sangre: El análisis de su Patrón en la Escena del Crimen*. <http://www.skopein.org/publicar-en-skopein/>

- Sopran, J., & Bomfim, F. R. C. (2019). O Uso dos Marcadores Epigenéticos na Área Forense. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics*, 8(2), 43–60. [https://doi.org/10.17063/bjfs8\(2\)y201943](https://doi.org/10.17063/bjfs8(2)y201943)
- Sosa, A. M., & Suzuri Hernández, L. J. (2019). ¿Necesita el científico forense comprender la periodicidad? *Educación Química*, 30(4), 115. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.70396>
- Suxberger, A. H. G., & Furtado, V. T. M. M. (2018). DNA criminal investigation - DNA database, mandatory DNA collection and time limit for data retention. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, 4(2), 809–842. <https://doi.org/10.22197/rbdpp.v4i2.122>
- Vaca, L. M., & Parco, E. G. (2016). *Determinación de sangre humana en máculas producidas por asesinatos se investigó en el Centro de Investigación de Ciencias Forense de Tungurahua cinco años después de su primer análisis con 68 muestras tomadas de las 5 provincias de la Zona Centro del Ecuador para confirmar la inalterabilidad de los resultados durante el periodo diciembre 2015 – mayo 2016*. [Laboratorio Clínico e Histopatológico, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1995>
- Valencia Ll., C. H., Rodríguez S., P., Garzón R., H., Barragán, M. A., & Castro N., I. J. (2017). Descripción Metalográfica de implantes de Titanio calcinados y su aplicación como descriptor forense. *Informador Técnico*, 81(2), 113. <https://doi.org/10.23850/22565035.1012>
- Vásconez, M., David, J., & Farmacéutico, B. (2021). *Importancia de la hematología forense en el análisis descriptivo y comparativo de identificación de manchas de sangre con fines forenses*. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16952/1/E-11922_MALACATUS%20V%C3%81SCONEZ%20JOSE%20DAVID.pdf
- Vives, J. L., & Aguilar, J. Lluís. (2014). *Manual de técnicas de laboratorio en hematología + StudentConsult en español - Google Libros* (Cuarta Edición). ELSEVIER MASSON. <https://books.google.com.ec/books?id=MOFXAwAAQBAJ&printsec=frontcover&q=leucocitos+eritrocitos+plaquetas&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjnpdzqD9AhWxTDABHfXZC3QQ6AF6BAglEAI#v=onepage&q&f=false>
- Wickenheiser, R. A. (2021). Reimagining forensic science – The mission of the forensic laboratory. *Forensic Science International: Synergy*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2021.100153>