**VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE MANCHAS SANGUÍNEAS POR GOTEO EN DIFERENTES SOPORTES Y ALTURAS**

Cabrera-Larreatigue, Fernando1 y Rozo-Jaramillo, Laura Isabel1

1Criminalística Policía Nacional del Perú

**RESUMEN**

Los patrones de manchas de sangre proporcionan valiosa información sobre la dinámica y las características de un hecho delictivo. Entre los múltiples patrones de manchas de sangre, el goteo es uno de los más comunes y significativos. Ocurre cuando la sangre cae de un objeto o superficie debido a la gravedad y sin ninguna perturbación, generando manchas circulares o elípticas. Determinar la altura desde la cual caen las gotas de sangre es importante en la reconstrucción de los eventos, ya que brinda pistas sobre la ubicación del agresor, la víctima, o de los objetos en la escena del crimen. El objetivo de este trabajo fue describir las variaciones morfológicas de las manchas de sangre tipo goteo de acuerdo a diferentes superficies de impacto y alturas. Para esto, se tomaron muestras de sangre y se dejaron caer gotas en diferentes superficies y alturas. Los resultados evidenciaron una marcada variación en la morfología de las gotas en función de la superficie sobre la cual impactaron. Sin embargo, cuando las gotas cayeron desde diferentes alturas sobre la misma superficie, las diferencias no fueron tan pronunciadas. Las observaciones sobre las diversas superficies revelan una relación entre estas y la forma de las gotas; así pues, pueden mantener su forma circular característica o deformarse con la presencia de espinas y gotas satélites. También es posible, en algunos casos, determinar una relación directa entre la altura de caída y la morfología: a mayores alturas, la tensión superficial de la gota se rompe abruptamente y se deforma, mientras que a menores alturas, la deformación no es significativa. Esta conexión entre la altura y la energía cinética destaca la importancia de considerar factores dinámicos en la interpretación forense de las manchas de sangre.

**Palabras clave:** Manchas sanguínea, variación morfológica, patrón tipo goteo.

**ABSTRACT**

Bloodstain patterns provide valuable information about the dynamics and characteristics of a criminal act. Among the many bloodstain patterns, dripping is one of the most common and significant. It occurs when blood falls from an object or surface due to gravity and without any disturbance, generating circular or elliptical spots. Determining the height from which the blood drops fall is important in reconstructing the events, as it provides clues about the location of the aggressor, the victim, or objects at the crime scene. The objective of this work was to describe the morphological variations of drip-type blood stains according to different impact surfaces and heights. For this, blood samples were taken and drops were dropped on different surfaces and heights. The results showed a marked variation in the morphology of the drops depending on the surface on which they impacted. However, when the drops fell from different heights onto the same surface, the differences were not as pronounced. Observations on the various surfaces reveal a relationship between them and the shape of the droplets; Thus, they can maintain their characteristic circular shape or become deformed with the presence of spines and satellite drops. It is also possible, in some cases, to determine a direct relationship between the drop height and morphology: at higher heights, the surface tension of the drop breaks abruptly and deforms, while at lower heights, the deformation is not significant. This connection between height and kinetic energy highlights the importance of considering dynamic factors in the forensic interpretation of bloodstains.

**Keywords**: Blood stains, morphological variation, drip type pattern.

**INTRODUCCIÓN**

La sangre es el indicio biológico que con mayor frecuencia se encuentra en una escena del crimen, y su adecuado estudio es importante ya que contribuye a la resolución de importantes cuestiones derivadas del acto delictivo (Velho et al., 2013).

La naturaleza de los actos delictivos genera una gran variedad de manchas de sangre, conocidas como “patrones de manchas de sangre”. Estos son una parte fundamental de la investigación forense y desempeñan un papel crucial en la reconstrucción de eventos violentos (Velho et al., 2013).

Estos patrones, generados por la dispersión de la sangre, proporcionan valiosa información sobre la dinámica y las características del incidente, lo que permite a los investigadores determinar aspectos clave como las personas involucradas, su posición al momento de la ocurrencia de los eventos, los eventos ocurridos y su secuencia (movimientos de la víctima, del agresor u otros elementos presentes en la escena del crimen), el ángulo de impacto, la trayectoria de la sangre, la distancia desde la cual se originó el patrón, la fuerza aplicada y puede proporcionar pistas sobre el tipo de arma utilizada (Sniegovski et al., 2016).

El estudio de los patrones de manchas de sangre implica un análisis meticuloso de las formas, tamaños, distribución y características físicas de las manchas presentes en la escena con el fin de proveer una interpretación lo más objetiva posible, de los eventos ocurridos (Peschel et al., 2011). Estas manchas pueden variar desde gotas individuales hasta patrones complejos, como salpicaduras, chorros o transferencias, cada uno con sus propias características distintivas.

Entre los múltiples patrones de manchas de sangre, el goteo es uno de los más comunes y significativos.

Este corresponde a la categoría de “gotas pasivas” y ocurre cuando la sangre cae de un objeto o superficie debido a la gravedad y sin ninguna perturbación, generando manchas circulares o elípticas en el lugar de impacto cuando este sea una superficie lisa y homogénea (Peschel et al., 2011); no obstante, estas manchas pueden variar en tamaño y forma dependiendo de diversos factores, como la altura desde la cual cae la gota, el ángulo de impacto y la textura de la superficie receptora.

Determinar la altura desde la cual caen las gotas de sangre tiene una gran importancia en la reconstrucción de los eventos, ya que puede brindar pistas sobre la ubicación del agresor, la víctima o cualquier otro individuo presente, o de los objetos en la escena del crimen.

Así pues, identificar los cambios morfológicos y características de las manchas, se hace fundamental para establecer una altura aproximada de caída:

* **Tamaño:** Generalmente, las gotas de sangre tienden a aumentar de tamaño a medida que la altura de caída aumenta, sin embargo hay que tener en cuenta factores como el volumen de la gota y la superficie sobre la que impacta (James et al., 2005; Leonova et al., 2019).
* **Forma:** A menor altura de caída, y con un ángulo de 90°, las gotas de sangre suelen ser circulares con bordes lisos cuando impactan en superficies uniformes, planas y no absorbentes, sin gotas acompañantes (satélites); a medida que la altura aumenta, las gotas pueden adquirir bordes irregulares, espinas y gotas satélites (James et al., 2005).

Es importante tener en cuenta que otros factores, como la viscosidad de la sangre, la superficie receptora y la presencia de obstáculos en la caída, también pueden influir en las características de las gotas de sangre. Por lo tanto, el análisis de los patrones de manchas de sangre debe considerar una combinación de factores para obtener una interpretación precisa y completa.

Las diferentes superficies sobre las que cae la gota de sangre pueden influir en su forma, color y tamaño, así pues si el soporte es no poroso, la tensión superficial de la gota se mantiene, por lo tanto conserva su forma circular; si la superficie es absorbente, la gota se dispersa de forma irregular, y la intensidad de su color puede variar ya que algunos componentes son absorbidos; y los soportes ásperos o rugosos rompen la tensión superficial de la gota, que se puede fragmentar en gotas más pequeñas, distorsionarse y adoptar formas irregulares y bordes con espinas (James et al., 2005).

Estas variaciones morfológicas ofrecen pistas esenciales para los investigadores al reconstruir la dinámica de un evento, permitiendo una interpretación más precisa de las circunstancias en función de las características particulares de las manchas de sangre tipo goteo en relación con las diferentes superficies y alturas involucradas, es por esto que el objetivo de este trabajo es describir las variaciones morfológicas de las manchas de sangre tipo goteo de acuerdo a diferentes superficies de impacto y alturas.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

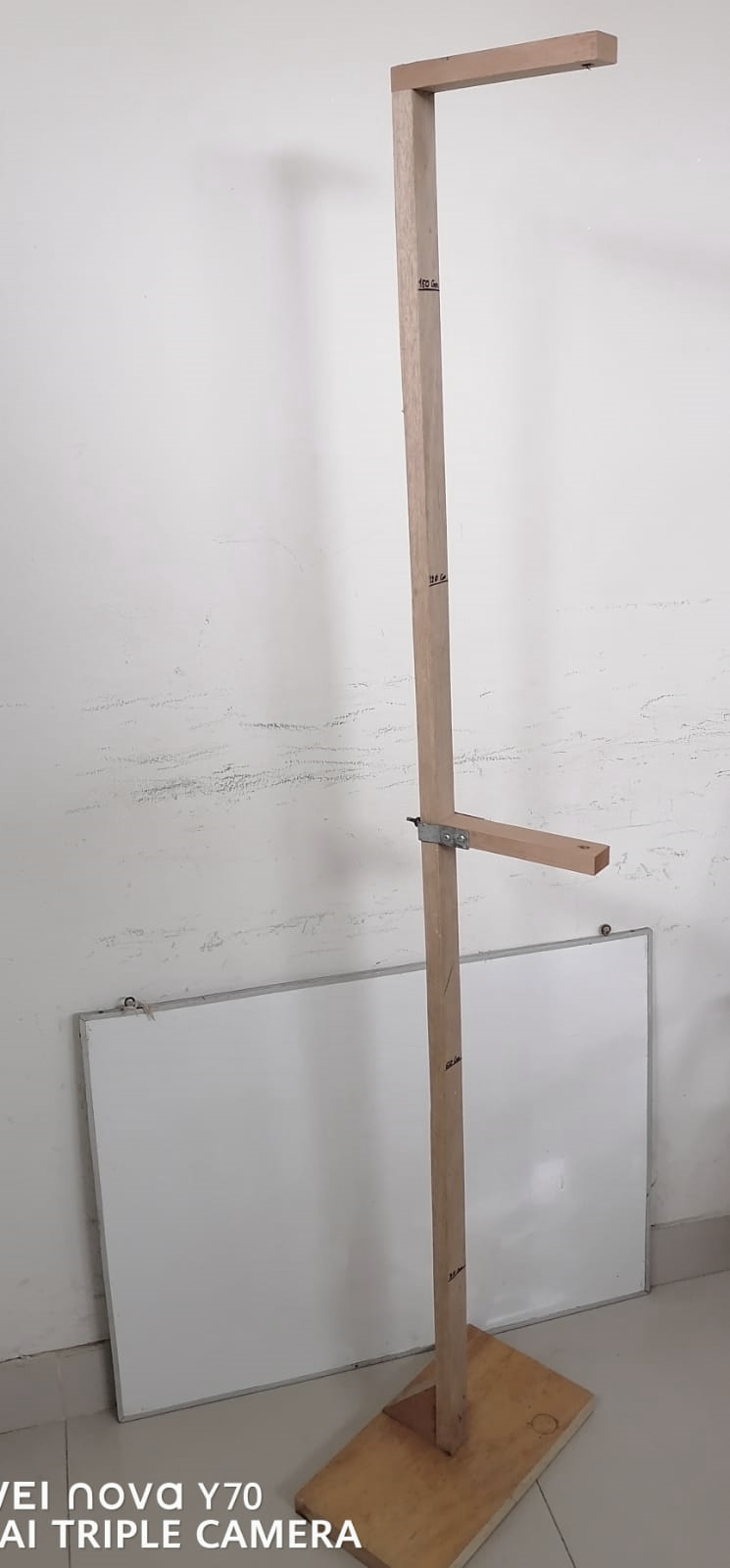
El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Complejo Policial CAP. PNP Alcides Vigo Hurtado, en el Laboratorio de Biología Forense de la OFICRI TRUJILLO.

**Muestras de sangre**

Se empleó sangre humana extraída en tubos vacutainer que contienen anticoagulante EDTA al 5%. Posteriormente fue transferida en un frasco de vidrio de mayor capacidad, con el fin de adaptarlo al soporte de madera para la muestra de sangre.

**Soporte para la muestra de sangre**

Se elaboró un dispositivo consistente en una barra vertical de madera de aproximadamente 160 cm, sostenida sobre una base, y a la cual se le hicieron marcas de distancias; en el extremo superior se fijó una barra horizontal para apoyar el frasco con la sangre, y se ubicó otra barra horizontal móvil para ajustar con mayor precisión la altura de caída de las gotas de sangre, en la que se ubicó el extremo final de la manguera del equipo de venoclisis (Figura 1), para regular el volumen de las gotas, de manera que todas sean iguales.



**150 Cm**

**120 Cm**

**ALTURA**

**160 Cm**

**90 Cm**

**60 Cm**

**Brazo movible**

**30 Cm**

Figura 1. Soporte para la muestras de sangre

**Variación morfológica**

Se emplearon diversas superficies para evaluar la variación morfológica de las gotas de sangre, tales como baldosas lisas, piso de cemento, vidrios lisos, tela de algodón, tela sintética, papel, cartón, piedras de superficie lisas, arena y tierra seca.

Sobre cada una de ellas se dejó caer una gota de sangre desde distintas alturas, siendo estas 30, 60, 90, 120 y 150 cm. La mancha resultante fue fotografiada junto a un testigo métrico y procesado en un programa informático.

**Programas informáticos**

Las fotografías fueron procesadas en el programa Piximetre con el fin de determinar las longitudes y los diámetros de las manchas de sangre, gotas satélites y espinas que se pudieran presentar.

**RESULTADOS**

Las gotas de sangre en caída libre mostraron variaciones significativas en su morfología incluyendo el diámetro y la presencia de gotas satélites, en función de la superficie sobre la cual impactaron. Sin embargo, cuando las gotas cayeron desde diferentes alturas sobre la misma superficie, las diferencias en su morfología no fueron tan pronunciadas. Mientras que en algunas superficies se registró un aumento en el diámetro de las gotas conforme aumentó la altura de caída, en otras no se identificó una variación sistemática en este aspecto. Las gotas satélites estuvieron presentes solo en ciertas superficies, siendo estas las más irregulares, y conforme aumentó la altura de caída, se registró una mayor distancia entre las gotas satélites y la gota principal (Tabla 1).

**Tabla 1.** Diferencias morfológicas en las gotas de sangre en caída libre en distintas superficies y desde distintas alturas.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ALTURA**  **SUPERFICIE** | **30 CM** | **60 CM** | **90 CM** | **120 CM** | **150 CM** |
| **BALDOSA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,50 cm  **Bordes:** Lisos, con depresiones | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,68 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,69 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,71 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,75 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados  **Gotas satélites:** 4 |
| **VIDRIO** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,55 cm  **Bordes:** Lisos | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,74 cm  **Bordes:** Lisos | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,89 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,75 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,72 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados |
| **TELA DE ALGODÓN** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,39 cm  **Bordes:** Irregulares | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,53 cm  **Bordes:** Ondulados, irregulares  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,01 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,13 cm  **Bordes:** Ondulados  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,09 cm  **Bordes:** Irregulares, con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples |
| **TELA SINTÉTICA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,78 cm  **Bordes:** Irregulares | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,41 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** 1 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,58 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,62 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,31 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples |
| **PAPEL** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,42 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,55 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulados | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,69 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,76 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,71 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples |
| **CARTÓN** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,36 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** 1 (0,13 cm) | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,49 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** 2 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,65 cm  **Bordes:** Festoneados con cortas espinas  **Gotas satélites:** 3 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,61 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** 4 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,56 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples |
| **MADERA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,44 cm  **Bordes:** Irregulares | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,43 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas discontinuas  **Gotas satélites:** 4 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,69 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,52 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,67 cm  **Bordes:** Ondulados con espinas  **Gotas satélites:** Múltiples |
| **PIEDRA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,49 cm  **Bordes:** Ligeramente ondulado | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,60 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** 3 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,83 cm  **Bordes:** Ondulado con espinas | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,68 cm  **Bordes:** Con largas espinas | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,61 cm  **Bordes:** Festoneados con largas espinas  **Gotas satélites:** 7 |
| **ARENA FINA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Circular  **Diámetro:** 0,76 cm  **Bordes:** Levantados | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 0,80 cm  **Bordes:** Levantados | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 0,84 cm  **Bordes:** Levantados  **Gotas satélites:** 1 (0,40 cm) | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 0,46 cm x 1,07 cm  **Bordes:** Levantados  **Gotas satélites:** 6 | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 0,90 cm  **Bordes:** Levantados  **Gotas satélites:** 9 |
| **ARENA GRUESA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,10 cm  **Bordes:** Irregulares | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** 1 (0,23 cm) | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,46 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** 1 (0,26 cm) | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,18 cm  **Bordes:** Levantados  **Gotas satélites:** 6 | **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,23 cm  **Bordes:** Levantados con espinas  **Gotas satélites:** 4 |
| **TIERRA APISONADA** |  |  |  |  |  |
| **Forma:** Irregular  **Diámetro:** 1,62 cm  **Bordes:** Irregulares  **Gotas satélites:** 2 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,19 cm  **Bordes:** Ligeramente festoneado, con espinas  **Gotas satélites:** 3 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,78 cm  **Bordes:** Irregulares, con espinas  **Gotas satélites:** 6 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,53 cm  **Bordes:** Festoneados con espinas  **Gotas satélites:** 5 | **Forma:** Circular  **Diámetro:** 1,42 cm  **Bordes:** Irregulares con espinas  **Gotas satélites:** 3 |

**Baldosa:** Las gotas tienen forma circular, que no varía con las diferentes alturas; los bordes van desde lisos hasta ondulados, sin espinas ni gotas satélites; el diámetro aumenta conforme a la altura de caída.

**Vidrio:** A las diferentes alturas, las gotas conservan la forma circular, con bordes lisos a ligeramente ondulados. No presentan espinas ni gotas satélite. El diámetro tiende a aumentar hasta los 90 cm, luego disminuye.

**Tela de algodón:** Las gotas tienden a ser circulares, sin embargo sus bordes son irregulares, presentando en ocasiones espinas; a partir de 60 cm de altura, la gota principal desprende numerosas gotas satélite. No existe una relación clara entre la altura de caída y el diámetro.

**Tela sintética:** Las gotas conservan la forma circular, con bordes irregulares. A partir de 90 cm, presentan largas espinas y numerosas gotas satélite.

**Papel:** Las manchas presentan forma circular, con bordes ligeramente ondulados. A partir de 120 cm de altura, presentan espinas de corta longitud y múltiples gotas satélite. A medida que la altura de caída aumenta, lo hace el diámetro de la gota.

**Cartón:** Son gotas circulares con bordes espinosos y gotas satélite. Las espinas aumentan de longitud a medida que aumenta la altura de caída, así como la cantidad de gotas satélite; en algunas ocasiones, estas no se desprenden totalmente de la mancha principal.

**Madera:** Se infiere una forma circular, bastante deformada, de bordes muy irregulares y con numerosas y pronunciadas espinas, que aumentan en longitud con la altura de caída. A partir de 60 cm, se observan gotas satélite, que se desprenden de la gota principal y aumentan en número conforme aumenta la altura de caída.

**Piedra:** Las gotas tienen forma circular, con bordes que van desde ligeramente ondulados hasta marcadamente espinosos. La presencia de gotas satélite depende en gran medida de la angulación y textura de la superficie, ya que las piedras empleadas en esta investigación presentan diversos grados de rugosidad. Estas aparecen a partir de 60 cm de altura. A 120 cm, las espinas tienen una configuración diferente a las otras alturas, sin gotas satélite.

**Arena fina:** Las gotas tienen aspecto compacto y se mezclan con los granos de arena, sus formas son irregulares, varían desde circulares hasta alargadas, con tamaños considerablemente menores que en las otras superficies. Aumentan su diámetro junto con la altura de caída, y sus bordes son levantados. A partir de 90 cm presentan gotas satélite que tienen el mismo aspecto de la principal.

**Arena gruesa:** Debido a las irregularidades de la superficie, las gotas no adoptan ninguna forma en específico y sus bordes son variables, levantándose en ocasiones y mezclándose con la arena. El diámetro no sigue un patrón definido por la altura de caída. A partir de 60 cm, se forman gotas satélites en poca cantidad.

**Tierra apisonada:** Las gotas tienen forma circular, con bordes irregulares que presentan espinas y presentan gotas satélites desde la altura de caída de 30 cm.

En superficies como baldosas y vidrio, las gotas mantienen una forma circular con bordes lisos o ligeramente ondulados, y el diámetro puede variar con la altura de caída. En telas de algodón y sintéticas, las gotas también son generalmente circulares, pero los bordes son más irregulares, ocasionalmente con espinas, y la formación de gotas satélites es notoria a alturas específicas. En materiales más rugosos como madera, piedra, y tierra apisonada, las gotas tienden a ser circulares pero con bordes altamente irregulares, con espinas y gotas satélites que se desarrollan a diferentes alturas. Por último, en materiales granulares como arena fina y arena gruesa, las gotas presentan formas irregulares y su diámetro puede variar con la altura de caída, con gotas satélites que se forman en alturas específicas. Estas observaciones destacan la complejidad de los patrones de manchas de sangre y la importancia de considerar tanto la superficie como la altura en el análisis forense.

**DISCUSIÓN**

Las superficies sobre las que impactan las gotas de sangre son uno de los factores que influyen directamente en su morfología. Para el presente estudio se tuvieron en cuenta superficies lisas, rugosas, absorbentes y no absorbentes.

En superficies como el vidrio y la baldosa, al ser lisas y no absorbentes, las manchas mantienen la forma circular ya que no se deforman ni se rompe la tensión superficial de la gota, por lo que esta se expande hacia afuera suavemente sin presentar salpicaduras ni espinas (Hernández, 2020).

En superficies rugosas y ásperas como madera, piedra, arena fina y gruesa y tierra apisonada, la gota se deforma ya que se rompe la tensión superficial de manera abrupta, por lo que se presentan espinas que irradian desde el centro de la gota y numerosas salpicaduras en la periferia (Dubey et al., 2019; Hernández, 2020).

La estructura y composición de las telas también influye en la formación de la mancha de sangre; al ser de superficies porosas, absorbentes y no lisas, la gota se deforma y sus bordes se difuminan. Al impactar contra estas superficies, la sangre es absorbida casi inmediatamente y se expande entre el tejido; el líquido se distribuye alrededor de las zonas saturadas, lo que expande la base de la gota; sin embargo, la imbibición en el sustrato poroso da como resultado un encogimiento de la base y una expansión de la zona humedecida entre el tejido (Dubey et al., 2019; Hernández, 2020). Las gotas satélites se forman ya que, desde determinadas alturas, la gota se rompe contra las pequeñas rugosidades que presentan estas telas.

El reducido tamaño de las gotas que impactaron contra las telas, en comparación con otras superficies receptoras, se puede explicar ya que la formación de un mayor número de gotas satélite supone una menor cantidad de sangre para la gota principal (White, 1986).

En cartón, las irregularidades de la superficie rompen la tensión de la gota, favoreciendo la formación de espinas y de gotas satélites desde los 30 cm de altura de caída (Hernández, 2020).

De manera general, las espinas y gotas satélites se forman cuando la gota de sangre cae desde una mayor altura, ya que hay una mayor energía de impacto; esta contribuye al rompimiento abrupto de la tensión superficial del líquido, deforma la gota y produce dichas estructuras; ocurre lo contrario con bajas alturas, en las cuales no se acumula la suficiente energía de impacto para romper la tensión superficial, no obstante, esto depende de la superficie que recibe la gota (Michielsen et al., 2015).

La presencia de estructuras como espinas y gotas satélites en gotas que han caído desde mayores alturas se explica debido al incremento de la energía cinética asociada con una mayor altura de caída, la cual, a su vez, conlleva a una ruptura abrupta de la tensión superficial del líquido y provoca deformaciones notorias en la gota. Por el contrario, cuando la altura de caída es baja, la energía de impacto acumulada no es suficiente para superar la tensión superficial, lo que resulta en poca o nula deformación de la gota; no obstante, esto depende de la superficie que recibe la gota (Michielsen et al., 2015).

**CONCLUSIONES**

Las observaciones detalladas sobre las diversas superficies revelan una clara relación entre la naturaleza de la superficie y la forma de las gotas de sangre; así pues, en superficies lisas y no absorbentes mantienen la forma circular característica, mientras que superficies rugosas y ásperas generan deformaciones notables con la presencia de espinas y gotas satélites; estas últimas no solo están relacionadas con la textura y rugosidad de la superficie receptora, sino también con la altura de caída. Materiales como madera y cartón muestran espinas que aumentan en longitud con la altura, mientras que en telas se generan gotas satélites desde alturas específicas.

También es posible, en algunos casos, determinar una relación directa entre la altura de caída y la morfología de las manchas de sangre. A mayores alturas, se evidencia un aumento en la energía de impacto, lo que provoca la ruptura abrupta de la tensión superficial, resultando en deformaciones notorias, espinas y la formación de gotas satélites; sin embargo, es crucial tener en cuenta el tipo de superficie receptora al momento de realizar las observaciones. Por el contrario, a alturas más bajas, la falta de acumulación de energía de impacto conduce a una menor deformación de las gotas. Esta conexión entre la altura y la energía cinética destaca la importancia de considerar factores dinámicos en la interpretación forense de las manchas de sangre.

Los patrones de manchas de sangre son complejos, ya que diferentes superficies presentan respuestas únicas a la caída de la sangre. La preservación de la forma circular en algunas superficies contrasta con las deformaciones significativas en otras, lo que subraya la importancia de considerar tanto la superficie como la altura en el análisis forense para obtener conclusiones precisas sobre la dinámica de los eventos en el lugar de los hechos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Dubey, M. K.; Sharma, R. y Patel, K. K. (2019). A comparative study on variation in bloodstain patterns due to change in surface-using blood from four common animal species. International Journal of Clinical and Diagnostic Pathology 2 (2), 167-174.

Hernández Moreno, M. (2020). Manchas de sangre y sus soportes. Cambios morfológicos de los patrones. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses, 35.

James, S. H., Kish, P. E. y Sutton, T. P. (2005). Principles of bloodstain pattern analysis. Theory and practice. CRC Press.

Leonova, E. N., Nagornov, M. N. y Kucha, A. S. (2019). The possibility for determining the height of the fall of the blood drops based on the size of the bloodspots. *Sudebno-Meditsinskaia Ekspertiza 62*(1), 21-23. doi: 10.17116/sudmed20196201121.

Michielsen, S.; Taylor, M.; Parekh, N. y Ji, F. (2015). Bloodstain patterns on textile surfaces: A fundamental analysis. U.S. Department of Justice, National Institute of Justice. En ojp.gov.

Peschel, O., Kunz, S. N., Rothschild, M. A. y Mützel, E. (2011). Blood stain pattern analysis. *Forensic Science, Medicine and Pathology 7*, 257–270. DOI 10.1007/s12024-010-9198-1

Sniegovski, M. M., Bortolatto, J. M. y Formolo, F. (2016). Manchas de sangre: el análisis de su patrón en la escena del crimen. *Skopein 4*(14), 6-18.

Velho, J. A., Costa, K. A. y Damasceno C. T. M. (2013). *Locais de crime – dos vestígios a dinámica criminosa.* Millenium.

White, B. (1986). Bloodstain patterns on fabrics: The effect of drop volume, dropping height and impact angle. Canadian Society of Forensic Science Journal, 19(1), 3-36.