



FACULTAD DE CIENCIAS  
JURÍDICAS Y SOCIALES

TECNICATURA EN CRIMINALÍSTICA

---

*"Comparación de los  
patrones hemáticos  
afectados por Anemia y  
Poliglobulia comparados  
con patrones sin dichas  
patologías"*

---

**ALUMNAS**

Lía

**de la Fuente Eveleens  
Florencia  
Oyanedel Cappuccio**

**DOCENTE**

Lic. Hernán Gacio

Mg. Paula Jessurum

**ASESORA**

Lic. Yanina Verónica Kucar

2022

## Agradecimientos

*A nuestra asesora Yanina Verónica Kucar, quien desde el primer día y sin conocernos se puso a disposición nuestra y nos brindó su ayuda en todo lo que estuvo a su alcance, e incluso más, aportando no solo sus conocimientos profesionales sino también su experiencia personal para mejorar la nuestra.*

*Al doctor y profesor Miguel Luís Martín por resolver todas nuestras dudas y compartirnos material de estudio, parte del mismo incorporado en el presente trabajo.*

*A la directora asociada del Hospital Interzonal General de Agudos “Dr. Oscar E. Alende”, la Licenciada en Enfermería Anabela Deri, quien muy amablemente, nos permitió utilizar las instalaciones del hospital para la experimentación. También, a todo el personal del Anexo Modular 2, quienes nos recibieron siempre con amabilidad y nos cedieron sin problema parte de su espacio de trabajo.*

*A nuestra GAE, la Lic. María Eugenia Exilart, quien desde el primer día de cursada, allá por 2018, nos acompaña en cada paso que damos, resolviendo todas nuestras inquietudes, alentándonos a seguir y alegrándose de nuestros logros.*

*A las profesoras María Eugenia Huinchulef y Jéssica Vanina Rivera por el acompañamiento durante el desarrollo escrito del trabajo, guiándonos siempre con excelente predisposición, paciencia y palabras de aliento para la concreción del mismo.*

*A mi familia, amigas y amigos que, a pesar de la distancia, supieron estar presentes en estos años, interesándose, preguntando y festejando mis avances como si fueran propios. A mi novio Franco que se hizo parte y me acompañó tanto este último año. A todos les agradezco de corazón, con su apoyo fue más fácil. - Lía.*

*Agradezco a mi familia, a mis amigas y a mis compañeras de facultad que siempre estuvieron apoyándome en cada paso de la carrera que fui dando y sobre todo con quien compartí las cursadas, parciales y finales, alentándonos unas a las otras. Y por supuesto a mi novio Julián, que después de tantos años me sigue acompañando y bancando en mis crisis pre finales. - Florencia.*

## **Dedicatoria**

*Especialmente dedicado a mis padres Eliana y Carlos y a mis hermanos Rodrigo y Magalí, que siempre están al pie del cañón bancando, gracias a ellos llegué a ser quien soy hoy y por ellos sigo. - Lía.*

*Se lo dedico a mis padres Adriana y Ricardo, y a mi hermana Julieta, que siempre estuvieron apoyándome en todos los cambios y decisiones que decidí tomar en mi vida. Y sobre todo por siempre acompañarme y alentarme a ser mejor. - Florencia.*

## ÍNDICE

Resumen – Palabras clave .....	4
Abstract - Keywords .....	5
Introducción.....	6
Marco teórico.....	8
La investigación criminal .....	8
¿Qué es la sangre? .....	10
Pruebas de laboratorio .....	16
Anemia .....	19
Policitemia y poliglobulia .....	21
Anticoagulante .....	22
¿Qué es una mancha? .....	23
Hipótesis de investigación .....	26
Metodología de la investigación .....	27
Análisis de datos.....	30
Discusión de datos .....	45
Conclusiones.....	46
Bibliografía.....	48
Anexo gráfico .....	49

## Resumen – Palabras clave

El presente trabajo se centró en analizar patologías que afectan al paquete globular de la sangre, como lo son la anemia y la poliglobulia, dado que una variación muy por encima o por debajo de los parámetros normales de glóbulos rojos en suspensión (hematocrito) modificará notoriamente la viscosidad de la sangre y, consecuentemente, se modificarán los patrones hemáticos producidos con ella. En base a esta fundamentación teórica se plantearon una serie de objetivos que, de alcanzarse, permitirán corroborar o refutar la hipótesis general del trabajo: “la variación en la viscosidad de la sangre, causada por los cambios en los glóbulos rojos que generan las patologías nombradas, influirá en la producción de los patrones hemáticos, lo cual podrá ser percibido a través de las propiedades organolépticas” y la hipótesis derivada: “si se modifica la superficie sobre la que se asientan los patrones, las características del mismo también se modificarán y serán igualmente perceptibles a través de las propiedades organolépticas”.

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital Interzonal General de Agudos “Dr. Oscar E. Alende” de Mar del Plata, Anexo Modular n° 2 y tenía como objetivo comparar patrones de manchas de sangre con anemia, poliglobulia y sin patologías que afecten el paquete globular e identificar diferencias organolépticas entre cada una de ellas. Las muestras de sangre se obtuvieron del laboratorio del mismo hospital, se dividieron según el porcentaje del hematocrito y con ellas se realizaron en total 47 goteos, 24 sobre un material liso no absorbente (cerámico) y 23 sobre un material liso absorbente (tela jersey 100% algodón); se controló el tiempo y fotografió cada muestra a los cinco, a los diez y a los treinta minutos, registrando los cambios visibles.

Finalmente, luego de la experimentación, se corroboraron ambas hipótesis, demostrando que, en comparación, los patrones realizados con sangre con un hematocrito muy elevado –poliglobulia- tienen un color intenso que tiende al bordó, mientras que los realizados con hematocritos muy bajos –anemia- en cambio son colores más claros. Además, se confirmó que la viscosidad influye en la distancia de vuelo de las gotas satélites. En los goteos de sangre con hematocritos muy bajos, las gotas alcanzaron mayor distancia desde el centro del goteo que en los goteos de sangre con hematocritos muy altos.

Anemia – glóbulos rojos – hematocrito – mancha – poliglobulia – sangre.

## Abstract - Keywords

The present work was focused on analyzing pathologies that affect the blood globular package, such as anemia and polyglobulia, considering that a variation far above or below the normal parameters of red blood cells in suspension (hematocrit) will noticeably modify the viscosity of the blood and, consequently, the blood patterns produced with it will be modified. Based on this theoretical foundation, a series of objectives were proposed which, if achieved, will allow corroborating or refuting the general hypothesis of the work: "the variation in blood viscosity, caused by the changes in the red blood cells that generate the named pathologies, will influence the production of the hematic patterns, which can be perceived through the organoleptic properties" and the derived hypothesis: "if the surface on which the patterns settle is modified, the characteristics of the pattern will also be modified and will be equally perceptible through the organoleptic properties".

The research was carried out in the facilities of the Hospital Interzonal General de Agudos "Dr. Oscar E. Alende" of Mar del Plata, Anexo Modular n° 2 and its objective was to compare blood stain patterns with anemia, polyglobulia and without pathologies affecting the globular package and to identify organoleptic differences between each of them. The blood samples were obtained from the laboratory of the same hospital, they were divided according to hematocrit percentage and a total of 47 drops were made with them, 24 on a smooth non-absorbent material (ceramic) and 23 on a smooth absorbent material (100% cotton jersey); the time was controlled and each sample was photographed at five, ten and thirty minutes, recording the visible changes.

Finally, after the experimentation, both hypotheses were corroborated, demonstrating that, in comparison, the patterns made with blood with a very high hematocrit -polyglobulia- have an intense color tending to burgundy, while those made with very low hematocrit -anemia- are lighter in color. In addition, it was confirmed that viscosity influences the flight distance of the satellite droplets. In blood drips with very low hematocrits, the droplets reached a greater distance from the center of the drip than in blood drips with very high hematocrits.

Anemia – red blood cells – hematocrit – stain – poliglobulia – blood.

## Introducción

Indagando en la hematología forense, y por recomendación de un profesional, dimos con un área que aún no había sido investigada y que se planteó como tema de investigación: “*el comportamiento de los patrones hemáticos afectados por anemia y poliglobulia comparados con patrones sin dichas patologías*”. Al advertirse que no había trabajos previos que dieran cuenta de diferencias organolépticas entre estas patologías de la sangre, se decidió iniciar el propio, el cual gira en torno a la pregunta de investigación: “*¿Es posible que la poliglobulia y la anemia afecten a la producción de los patrones hemáticos y dichos cambios sean detectables a través de sus características organolépticas?*”.

El estudio de los patrones de sangre en una escena del crimen puede responder muchas preguntas durante una investigación criminal, es por ello que conocer más acerca de su comportamiento frente a distintas variables hará más fácil la labor. Al ser un compuesto/fluido orgánico, muchos factores pueden afectar al patrón hemático como son la humedad, la temperatura, la superficie sobre la cual se asienta, ángulo de inclinación de la misma, punto de origen del sangrado, etc.; una variable aún no investigada y que, posiblemente, produzca cambios visibles a simple vista es la existencia de *patologías de la sangre* que afecten al paquete globular, como lo son la *anemia* y la *poliglobulia*.

En cuanto a los aportes a la Criminalística, el grupo espera hallar diferencias organolépticas en los patrones de sangre comparados que permitan una identificación, al menos parcial, de aquellos afectados por la anemia y la poliglobulia. Se predice que, por los niveles de concentración de glóbulos rojos en cada muestra sanguínea, los patrones mostrarán diferencias en el comportamiento sobre las superficies elegidas. Si bien sólo un análisis de ADN de la muestra de sangre colectada en la escena nos permitirá identificar fehacientemente a una única persona, detectar alguna de estas enfermedades en los patrones podría ayudarnos a descartar o incluir un nuevo sospechoso en la investigación.

Para organizar mejor el trabajo se establecieron objetivos, uno general y cinco específicos enumerados a continuación:

- ★ **Objetivo general:** Comparar las características organolépticas de patrones hemáticos con y sin patologías referidas a la sangre.

★ **Objetivos específicos:**

- I. Obtener al menos 3 muestras de sangre que sean representativas y realizar los análisis correspondientes para detectar anemia y poliglobulia.
- II. Recrear con dichas muestras, patrones hemáticos comparables entre sí.
- III. Establecer una comparación entre anemia y poliglobulia y cómo dichos patrones se desarrollan.
- IV. Evaluar los patrones producidos con dichas patologías de la sangre comparándolos con patrones sin ninguna enfermedad.
- V. Evaluar cómo actúan ambos patrones sobre una tela absorbente.

Además, durante el proceso de investigación y recopilación de datos surgieron preguntas derivadas de los objetivos: ¿de qué forma afectarán las patologías?, ¿cuáles son las características organolépticas apreciables?, ¿por qué se producen los cambios en los patrones? y ¿cómo se pueden medir dichos cambios?

Para llevar a cabo la etapa experimental se trabajó en forma conjunta y bajo la supervisión de la Licenciada en Criminalística y Técnica en Laboratorio de Análisis Clínicos, Kucar Yanina Verónica. Gracias a sus herramientas de trabajo, conocimientos, habilidades y experiencia, se asegura el cumplimiento de todas las medidas de seguridad requeridas para manipular los elementos necesarios. Durante los sucesivos encuentros se tomaron fotografías que, además de registrar los resultados obtenidos, ayudan a explicar de forma sencilla e ilustrar paso a paso cómo se desarrolló la experimentación.

Las muestras sanguíneas provienen de personas anónimas que se acercaron al centro de salud, ya sea por un control de rutina o alguna emergencia y también se agregan entre ellas, las de las propias investigadoras. Para su obtención se realiza una punción sanguínea, de la cual se extraen 2,5 ml de sangre que son almacenados en tubos de ensayo con anticoagulante (EDTA) hasta el momento de su utilización. Los dos patrones hemáticos elegidos (charco y goteo estático) son realizados en forma paralela y simultánea, sobre tela de algodón y cerámicos lisos e impermeables, a su vez, se controla el tiempo transcurrido y se registran en una tabla los cambios observados.

## **Marco teórico**

### **La investigación criminal**

En el marco de la práctica penal, donde se busca imponer una sanción justa a quien comete un delito, no basta sólo con conocer la identidad del autor del crimen, sino que también es necesario conocer las condiciones, circunstancias, medios y mecanismos involucrados en la ejecución del hecho. Dichos detalles serán las herramientas que en la etapa de juicio servirán al juez, llegado el momento, para ajustar la escala penal.

Es por ello que durante el transcurso de la investigación criminal, en la etapa que judicialmente se denomina IPP (instrucción penal preparatoria), resulta de fundamental importancia llevar a cabo un correcto levantamiento de evidencia física en el lugar del hecho ya que la misma podrá aportar información determinante para el esclarecimiento de los hechos allí ocurridos. En el ámbito de la criminalística este tipo de evidencias suele denominarse como “testigos mudos”, ya que, de alguna forma, estuvieron presentes durante el acto criminal y constituyen la principal fuente de información.

Cada lugar del hecho se presenta como un escenario único que, por la multiplicidad y variedad de evidencias físicas encontradas, se vuelve irreproducible; es por ello que el perito criminalístico interviniente debe tener los conocimientos necesarios para identificar cada una de ellas, fijarlas fotográficamente, protegerlas de posibles contaminaciones y/o eliminaciones intencionales o accidentales y, finalmente, recolectarlas para su posterior análisis e incorporación formal a la causa judicial. Las características propias de cada tipo de evidencia serán las que determinarán los pasos a seguir para su levantamiento y conservación, un manejo inadecuado de las mismas podría significar su destrucción parcial o total, entorpeciendo así la investigación. En el lugar del hecho se intentarán identificar aquellos indicios que den cuenta de la interacción víctima/victimario, estableciendo sus posiciones, desplazamientos y otras acciones llevadas a cabo en el lugar, para ello suele ser de gran utilidad el estudio de los patrones hemáticos, cuando los hay.

Como destaca el Biólogo Forense Juan Santos Lovatón:

*“Es frecuente que hoy en día, los detectives policiales y los especialistas forenses al ver una mancha de sangre, en vez de analizar la morfología, localización, antigüedad y fotografiarla adecuadamente, se limiten a raspar y recoger una muestra en un hisopo, para enviarla al laboratorio y que en el mejor de los casos, podrá seguramente ayudar a identificar a quién corresponde dicha mancha, pero eso no es suficiente para determinar la autoría de un hecho criminal, se tendrán que ver otros aspectos importantes en la investigación criminal, como son el mecanismo de producción de sangre y su contrastación con las declaraciones de los imputados y en consecuencia, averiguar cómo se desarrollaron los hechos”. (Análisis reconstructivo forense por patrones de manchas de sangre, 2016, pp. 23).*

Cuando ocurren crímenes violentos, es frecuente encontrar manchas de tejido hemático en el lugar del hecho; de las mismas no sólo se requerirán estudios en laboratorio para determinar su procedencia (animal/humana), grupo (AB0) y factor (+/-) e incluso llevar a cabo un análisis de ADN, sino también se estudiará el patrón hemático, teniendo en cuenta cantidad, ubicación, distribución y apariencia.

## ¿Qué es la sangre?

La sangre es el tejido conectivo fluido que recorre el cuerpo humano a través del sistema circulatorio cumpliendo múltiples funciones como el intercambio gaseoso, la defensa ante agentes infecciosos y la distribución de nutrientes, todas igualmente necesarias para la vida. Es un líquido complejo compuesto mayormente por una fase líquida llamada plasma, rico en proteínas y elementos celulares que se hallan en suspensión: eritrocitos (glóbulos rojos), leucocitos (glóbulos blancos) y plaquetas, todos formados en la médula ósea a partir de una célula progenitora común.

- **Funciones.**

La sangre constituye el principal sistema de transporte del cuerpo, de modo que todas las funciones son dependientes de la circulación. Por lo tanto, las funciones de la sangre están estrechamente ligadas a las del aparato circulatorio; éste se encarga de crear la energía necesaria para que la sangre circule y sea así distribuida por todo el organismo. Debido a la función de transporte que tiene la sangre, participa de forma directa o indirecta en todas las funciones del cuerpo.

1- Función respiratoria: la sangre transporta los gases respiratorios, oxígeno y dióxido de carbono.

2- Función nutritiva: la sangre transporta los nutrientes necesarios para la vida celular, los cuales son absorbidos al torrente sanguíneo por medio de capilares en las vellosidades que recubren el intestino delgado. La sangre también transporta algunas hormonas secretadas por las glándulas del sistema endocrino que actúan en órganos y tejidos.

3- Función excretora: la sangre transporta las sustancias de desecho metabólico que deben ser eliminadas del organismo hacia los órganos de excreción que las remueven y procesan para su eliminación.

4- Función inmunitaria: la sangre transporta células especializadas y sustancias químicas llamadas anticuerpos, que forman parte del sistema de defensa del organismo contra la invasión de agentes extraños.

5- Función de correlación humoral: la sangre transporta hormonas que, desde sus sitios de producción en las células endocrinas, deben llegar a otras células para influir en sus acciones.

6- Función de regulación térmica: la sangre, por su rápida circulación, distribuye el calor y tiende a igualar las temperaturas de las distintas partes del cuerpo; además, cuando sea necesario, contribuye a la pérdida de calor desde la superficie corporal (homeostasis).

- **Propiedades físicas.**

- Gravedad: fuerza que actúa sobre la sangre (sin influencia del cuerpo) tan pronto esta abandona el cuerpo. Dadas las circunstancias correctas la sangre puede actuar de acuerdo a la teoría balística.
- Viscosidad: es la cantidad de fricción interna en el fluido. En él se describe la resistencia de un líquido al fluir. La sangre es un fluido pseudoplástico no newtoniano con una parte líquida y otra sólida en suspensión, lo que significa que la viscosidad de la sangre disminuye con el aumento del gradiente de velocidad.
- Tensión superficial: es una característica de los líquidos por el que son resistentes a la penetración o la separación. La tensión superficial de la sangre es 50 dinas/cm a 20°C.
- Circulación según gradiente de presión: es la condición para que se produzca el flujo de un líquido, la sangre se desplazará del punto con mayor presión hacia el siguiente punto donde la presión sea menor.
- Ante la injuria vascular sale al exterior, en su trayectoria en el aire viaja como esfera (no en forma de gota como suele representarse) y al quedar expuesta a agentes externos se seca y coagula (se separa del plasma).
- El volumen de la esfera puede oscilar entre 0,01 y 0,16 ml, siendo la media 0,5 ml. La velocidad máxima que puede alcanzar dicha esfera promedio es de 7,5 mts/seg o 27 km/hr.
- Una gota única no puede separarse en gotas más pequeñas durante el vuelo, por la tensión superficial.
- El tamaño, la concentración y el aspecto que tomará dependerá de varios factores.
- Es posible determinar desde qué altura se originó el goteo por la forma que tienen sus bordes.

- **Elementos que la componen.**

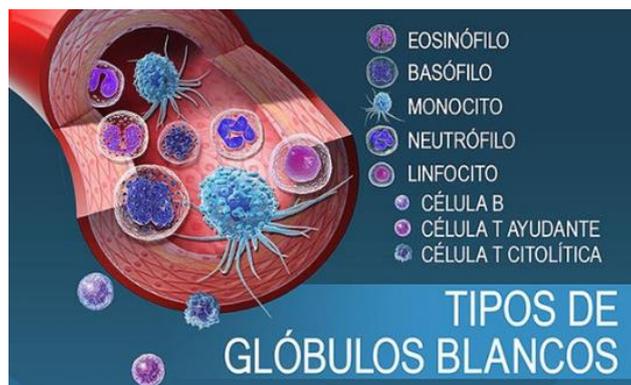
### **Plasma.**

El plasma es un componente líquido transparente de color ambarino en el que se hallan suspendidas las células. Constituye, aproximadamente, 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. Las principales proteínas presentes en el plasma son la albúmina, globulinas, fibrinógeno y en su mayoría tienen funciones de catálisis (enzimas), defensa (inmunoglobulinas y complemento), transporte, endocrina (hormonas) o hemostasia (factores de coagulación). El plasma contribuye además en la regulación del pH y el transporte de gases respiratorios (oxígeno y dióxido de carbono).

### **Glóbulos blancos.**

Los leucocitos o glóbulos blancos son las células participantes en los procesos inmunitarios de la sangre, es decir, son la defensa contra posibles infecciones que ingresen al organismo. Su nombre se debe a que son células casi incoloras, sin hemoglobina, con núcleo definido y de mayor tamaño que los glóbulos rojos. A diferencia de estos últimos, los glóbulos blancos pueden migrar al espacio intersticial.

A grandes rasgos podemos dividirlos en dos grupos: por un lado los granulocitos, que reciben este nombre ya que poseen granulaciones características en su citoplasma (neutrófilos, basófilos y eosinófilos) y los agranulocitos (linfocitos B y T y monocitos).



Fuente: página de internet, Visible Body - [www.visiblebody.com](http://www.visiblebody.com)

Los glóbulos blancos a menudo son destruidos durante el proceso de control de una infección, por ello, para reemplazarlos se forman constantemente en el bazo, en la médula

ósea y en otros tejidos complementarios. El valor normal en los humanos es entre 6.000 y 9.000 glóbulos blancos por milímetro cúbico de sangre.

### **Plaquetas.**

Por su parte, las plaquetas son fragmentos de unas células presentes en la médula ósea llamadas megacariocitos. Tienen forma ovalada o redondeada, no tienen núcleo y son las células sanguíneas más pequeñas. Debido a su capacidad para agregarse constituyen el primer tapón hemostático en caso de hemorragia. Contienen en su interior varias sustancias que intervienen en la coagulación de la sangre (factores de coagulación), cuya misión es prevenir la extravasación de sangre y contribuir a la coagulación sanguínea, imprescindible para el cese de la hemorragia.

Están constituidos por tres tipos de estructuras relacionadas directamente con su funcionalidad:

- la membrana celular, que se halla muy replegada, formada por una doble capa de fosfolípidos donde están los receptores plaquetarios (glicoproteínas).
- el sistema tubular denso, una estructura que recorre la plaqueta a lo largo de su mayor circunferencia proporcionándole el aspecto discoide.
- el citoplasma, en el cual se hallan los gránulos alfa que almacenan sustancias producidas por los megacariocitos, cuya función es interaccionar con el endotelio vascular, y los lisosomas que contienen sustancias que al ser liberadas destruyen a la célula.

Los valores normales de plaquetas oscilan entre los 140.000 y 450.000/mm<sup>3</sup>. La mitad de ellas se encuentra en circulación, mientras que la otra mitad se halla retenida en el interior del bazo a modo de reserva, de esta forma, constantemente entra en el bazo una cantidad de plaquetas igual a la que lo abandona. Estas células permanecerán en el torrente sanguíneo durante 7 días hasta que se destruyen en los lugares de acción o, por el contrario, mueren definitivamente por apoptosis.

### **Glóbulos rojos.**

Los glóbulos rojos son los elementos más abundantes en la composición de la sangre, también denominado eritrocito o hematíe, es una célula sanguínea especializada en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono unidos a la hemoglobina, el primero desde los pulmones hasta todos los tejidos del organismo y el segundo en sentido contrario. Morfológicamente tiene forma bicóncava, no tiene núcleo ni gránulos y mide

aproximadamente entre 7 y 8 mm de diámetro. Además, son los responsables de la coloración rojo escarlata característica de la sangre, por ello se conocen como glóbulos rojos.

Los eritrocitos circulantes muestran tres características:

1. Son células maduras, altamente diferenciadas para el transporte de los gases respiratorios, oxígeno y dióxido de carbono.
2. Presentan una vida media limitada.
3. Han perdido la capacidad de efectuar mitosis.

Estas características determinan que deben ser formados de manera continua (proceso que recibe el nombre de eritropoyesis) y que debe existir en el organismo un comportamiento generador integrado por las denominadas células eritropoyéticas, las que mediante procesos de proliferación y maduración, darán origen a los eritrocitos maduros, que cumplirán sus funciones de transporte en un comportamiento funcional (sangre).

Los eritrocitos maduros circulantes y las células eritropoyéticas forman en su conjunto el eritrón. Es conveniente dividir a las células del eritrón en cuatro categorías:

- a. células nucleadas o blastos.
- b. reticulocitos medulares.
- c. reticulocitos sanguíneos.
- d. eritrocitos maduros.

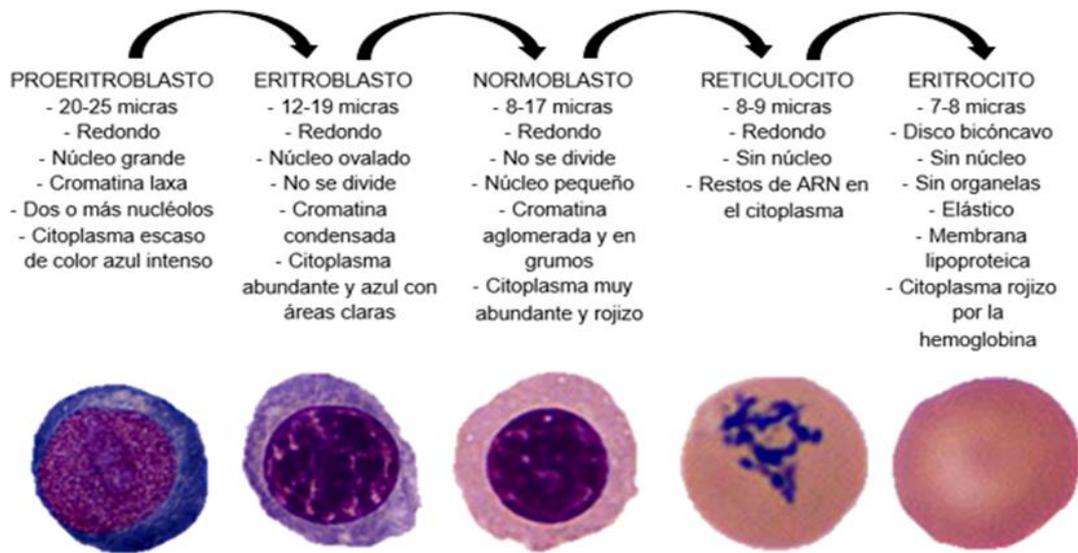
El eritrón puede ser definido como una unidad diferenciada para el transporte de oxígeno y dióxido de carbono, debido al desarrollo de dos importantes proteínas, la hemoglobina y la anhidrasa carbónica. Considerado en conjunto, es un órgano mucho más grande que el hígado y como cualquier órgano, es susceptible de sufrir atrofia o hipertrofia. La atrofia, es decir, la disminución del tamaño del eritrón circulante, recibe el nombre de **anemia**. Su hipertrofia, o aumento de tamaño, se denomina **policitemia**.

Las células que componen la sangre se forman en la médula ósea por un proceso llamado hematopoyesis. Esta variedad de células sanguíneas (glóbulos rojos, glóbulos blancos y las plaquetas) se forman a partir de la célula progenitora hematopoyética o sea que todas poseen un tronco celular común y atraviesan por un proceso de maduración celular que culmina en la salida a la circulación de las diversas células sanguíneas maduras.

*Proceso de formación:* La eritropoyesis es el proceso de formación de nuevos glóbulos rojos y la producción, diferenciación y maduración de los mismos está influenciada por

sustancias como la eritropoyetina y el hierro que actúan en diferentes etapas de la diferenciación de estas células. Se originan en la médula ósea roja en los huesos planos, partiendo de la célula primordial, comienza para la serie roja en la multiplicación, dando lugar a los proeritroblastos, eritroblastos, normocitos, reticulocitos y eritrocitos. La célula madura, el eritrocito, es la célula que mayoritariamente abandona la médula ósea roja y se incorpora a la corriente sanguínea.

La eritropoyetina es una hormona producida por algunas células del riñón y es el principal regulador de la formación de glóbulos rojos. Esta sustancia posee la capacidad de estimular a la médula ósea para que aumente la producción de glóbulos rojos.



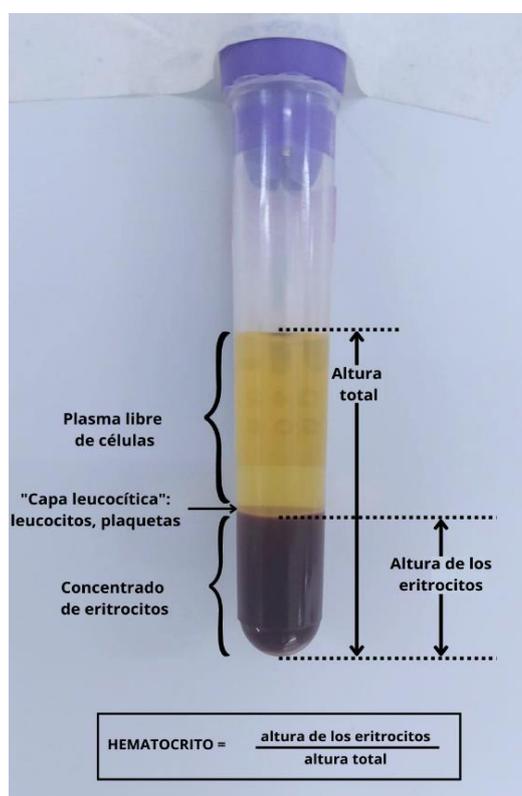
Fuente: Elaboración propia.

## Pruebas de laboratorio

Si una muestra de sangre que contenga un anticoagulante, se centrifuga durante unos 5 minutos a 10.000 g, se producirá la separación en fases de los elementos que la componen; los eritrocitos, al tener la densidad más elevada, estarán en el fondo del tubo, mientras que la mayoría de los leucocitos y de las plaquetas formarán una capa blanquecina grisácea, la capa leucocítica, entre los eritrocitos y el plasma que, por su baja densidad, estará por encima de ellos formando una fase acuosa de color pálido.

El **hematocrito** (Hto) es el porcentaje del volumen de sangre ocupado por los elementos celulares y se determina centrifugando la sangre tratada con un anticoagulante y midiendo después la fracción del volumen total que está ocupada por los eritrocitos.

El rango de referencia normal en mujeres adultas es de 37 a 42% (28 ml/kg de peso corporal) y de 40 a 45% para los hombres adultos (36 ml/kg de peso corporal). El hematocrito entonces es una medida de la concentración de los eritrocitos. El aumento de volumen plasmático en las mujeres embarazadas disminuye el valor del hematocrito, mientras que el volumen total de células rojas también aumenta pero menos que el volumen de plasma. Inmediatamente después de una hemorragia el hematocrito puede ser normal, a pesar de la pérdida de volumen sanguíneo.



Fuente de elaboración propia.

Cifras normales de los eritrocitos, los leucocitos y las plaquetas en la sangre humana adulta:

- Eritrocitos 4.0 a 5.5 millones/ $\mu\text{l}$  de sangre.
- Plaquetas 130.000 a 400.000/ $\mu\text{l}$  de sangre.
- Leucocitos 4.000 a 10.000/ $\mu\text{l}$  de sangre.

Por otra parte, un **hemograma** o conteo sanguíneo completo (CSC) es un análisis de sangre que mide los niveles de varios componentes y características de la sangre, se usa

para evaluar el estado de salud general y detectar una amplia variedad de enfermedades, incluida la *anemia*, la *poliglobulia*, infecciones y la leucemia.

Los parámetros fundamentales medidos son:

- La cantidad de glóbulos rojos (conteo de GR).
- La cantidad de glóbulos blancos (conteo de GB).
- La cantidad total de hemoglobina en la sangre.
- La fracción de la sangre compuesta de glóbulos rojos (hematocrito - Hto).

Y brinda también información de las siguientes mediciones:

- El **volumen corpuscular medio** (VCM): es el tamaño promedio de los glóbulos rojos. Es un dato clave para establecer una primera orientación diagnóstica de la anemia y nos permite clasificar la anemia en función de si el VCM es bajo, normal o elevado.
- La **hemoglobina corpuscular media** (HCM): es la cantidad de hemoglobina promedio de un hematíe. Una HCM baja indica la disminución del contenido de hemoglobina por célula y se traduce en hipocromía en el frotis de sangre periférica. Esto se puede ver en la deficiencia de hierro y hemoglobinopatías.
- La **concentración de hemoglobina corpuscular media** (CHCM): es la cantidad de hemoglobina relativa al tamaño del hematíe. Los valores muy bajos de CHCM son típicos de la anemia por deficiencia de hierro, y los valores muy altos reflejan típicamente esferocitosis o aglutinación de glóbulos rojos.

Los hemogramas de las muestras con las que se trabajó en esta investigación se realizaron con el contador hematológico Mindray BC 5390 del Hospital Interzonal General de Agudos “Dr. Oscar E. Alende”, anexo Modular 2.



Contador hematológico Mindray BC 5390.

Fotografía de autoría propia.

## Anemia

La anemia es el descenso de la masa eritrocitaria de un individuo. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) es, una condición en la que el número de glóbulos rojos o su capacidad para transportar oxígeno es insuficiente de acuerdo a las necesidades fisiológicas del individuo, las cuales dependen y varían según edad, sexo, altitud de la región en que vive y otras circunstancias como el tabaquismo o un embarazo. Es una de las patologías más frecuentes con una tasa de prevalencia del 30% en algunos países y siendo niños y mujeres quienes tienen mayor riesgo de presentarla; si bien las distintas causas del problema se observan en todos los rangos etarios y en ambos sexos.

Para su diagnóstico, en la práctica se utilizan los valores de hemoglobina (Hb), **hematocrito** (Hto) y el recuento de glóbulos rojos (GR). Además, se debe tener en cuenta que en poblaciones que viven en las alturas la concentración de hemoglobina aumenta en 1,52 g/dL por cada 1.000 mts. que se asciende sobre el nivel del mar. Ocasionalmente puede haber anemia con una cifra normal de hemoglobina, tal es el caso de distintas situaciones fisiológicas (embarazo) o patológicas (hiperhidratación, cirrosis, etc) que cursan con un aumento del volumen plasmático, produciéndose una disminución relativa en la concentración de hemoglobina y en el valor del hematocrito por hemodilución, sin que se trate realmente de una anemia.

EDAD		HEMOGLOBINA (g/dl)	HEMATOCRITO (%)	VCM (fl)
15-18 años	Mujer	13,7 ± 1,5	41 ± 4	90 ± 8
	Hombre	15,4 ± 1,7	43 ± 4	88 ± 8
19-49 años	Mujer	12,2 ± 1,5	40 ± 4	88 ± 8
	Hombre	13,7 ± 1,7	46 ± 4	88 ± 8
> 50 años	Mujer	12,2 ± 1,5	40 ± 4	88 ± 8
50-59 años	Hombre	13,7 ± 1,7	46 ± 4	88 ± 8
> 60 años	Hombre	13,2 ± 1,7	46 ± 4	88 ± 8

La anemia se da como resultado de una o más combinaciones de tres mecanismos: 1) disminución de la producción de glóbulos rojos, 2) aumento de la destrucción de glóbulos rojos y 3) pérdida de sangre. Personas que padecen cáncer y realizan quimioterapia o deben ser dializados pueden sufrir anemia aplásica, ya que los tratamientos a los que se someten afectan a la médula ósea y, por ende, a la producción de glóbulos rojos. Personas con insuficiencias renales también pueden sufrir anemia por deficiencia de la hormona eritropoyetina.

Para el presente trabajo se seleccionaron solo ***anemias donde el paquete globular se ve reducido significativamente***, es decir, en aquellas en que el hematocrito no supera el 30%. Las anemias microcíticas, en las que el VCM (valor corpuscular medio) de los GR es bajo, sólo se tomarán en cuenta cuando el paquete globular se vea afectados a los fines de la investigación, ya que en algunos casos puede ocurrir que la persona presente un hematocrito normal, con un VCM bajo, pero que el paquete globular se vea compensado con una mayor cantidad de glóbulos rojos. Ejemplos de estas son las anemias ferropénicas o la talasemia, un trastorno hereditario de la sangre en el que no se produce la cantidad suficiente de hemoglobina.

## **Policitemia y poliglobulia**

La policitemia vera es consecuencia de una mutación en el gen JAK2 y que se caracteriza por un aumento en la producción de glóbulos rojos, lo que se conoce como poliglobulia y determina, paralelamente, un aumento de la hemoglobina y el valor del hematocrito. Su etiología es desconocida, aunque puede existir una cierta predisposición genética, y también se ha sugerido su relación con la exposición a radiaciones ionizantes y tóxicos ambientales.

Los síntomas que se presentan a causa del aumento de los glóbulos rojos se relacionan con el incremento de la viscosidad sanguínea, la cual aumenta de forma logarítmica cuando el hematocrito supera el 55%. Este aumento de la viscosidad, además, predispone a la persona a la enfermedad tromboembólica, la cual puede presentarse como trombosis venosas o arteriales en distintas partes del cuerpo. Sin embargo, cuando la policitemia está presente hace tiempo, el organismo logra una adaptación que le permite permanecer asintomático aún con una marcada elevación del hematocrito.

La idea original del equipo era trabajar en base a poliglobulias únicamente, sin embargo, investigando y llevando a cabo la experimentación, se llegó a la conclusión de que es posible encontrar un mayor número de muestras ricas en glóbulos rojos que no necesariamente sean originadas por policitemias, las cuales son más difíciles de hallar en la población normal. Un aumento en el número de glóbulos rojos que genere un aumento significativo del hematocrito puede darse, por ejemplo, en personas fumadoras o con EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica) severa como consecuencia de un mecanismo compensatorio por el déficit de oxigenación de la sangre.

Con esto en mente y observando que *20 o 25 puntos de diferencia en el hematocrito* ya es notorio para la experiencia que se quiere probar, se estableció, como valor mínimo para considerar poliglobulia, hematocritos mayores a 46%.

## Anticoagulante

Debido a que la sangre fuera del sistema vascular coagula luego de 3 a 7 minutos, para el estudio de los elementos formes, es necesario el uso de sustancias, tales como los anticoagulantes, que permiten que los mismos permanezcan en suspensión. Así mismo deben procurar que las células sanguíneas a estudiar se encuentren en el estado más parecido al fisiológico, como cuando se encuentran circulando por el torrente sanguíneo. Para ello los anticoagulantes no deben alterar la morfología de los leucocitos, el tamaño eritrocitario, no producir hemólisis e impedir la agregación plaquetaria, posibilitando al mismo tiempo el máximo periodo de conservación de la muestra (cerca de 24 horas a 25°C o incluso 48 horas refrigerada a 4° C).

Principalmente se utilizan 3 anticoagulantes:

- **EDTA** (etilen-diamino-tetra-acetato): sal disódica, dipotásica o tripotásica del ácido etilendiaminotetraacético. Es el anticoagulante de preferencia para los recuentos celulares y los estudios morfológicos de células hemáticas ya que permite además la realización del hematocrito y del frotis sanguíneo hasta dos horas después de la extracción de la muestra.

Actúa como quelante (secuestrante) de  $Ca^{++}$ , el cual desempeña un papel muy importante para que se lleve a cabo el proceso de coagulación, impidiendo así la formación de fibra. La cantidad de EDTA agregada a la sangre es una dilución 1:100, por lo que a una muestra de 2,5 ml de sangre se le adicionan 25  $\mu$ l (microlitros) del anticoagulante. Esta cantidad es un compromiso entre la cantidad requerida para evitar la coagulación y la cantidad a la cual se producen las alteraciones celulares.

- Citrato de Sodio: generalmente en concentraciones al 3.8% y se utiliza principalmente en estudios de coagulación.
- Heparina: se utiliza tanto en estudios de rutina como especializados. Su presentación puede incluir heparina con concentraciones de sodio o litio. En general la heparina con litio es utilizada para estudios de química y la heparina sódica se utiliza para estudios de linfocitos.

## **¿Qué es una mancha?**

Para este trabajo es fundamental definir primero el concepto de mancha, la cual, según Gisbert Calabuig (1992), es “*toda modificación de color, toda suciedad o toda adición de una materia extraña, visible o no en la superficie del cuerpo humano, sobre instrumentos o sobre un objeto cualquiera, determinada por el depósito de un producto líquido, blando y algunas veces sólido, de cuyo estudio se puede establecer relaciones de la participación de una persona o cosa en un hecho delictivo*”.

Al producirse una mancha intervendrán múltiples factores que determinarán sus características físicas, por ello es que es posible clasificarlas en distintos grupos que permiten un estudio integral y, en consecuencia, una idea más clara de la forma en que se produjo y qué sucedió en el lugar.

El soporte continente de la mancha incide directamente sobre su apariencia, morfología y visibilidad. En superficies no absorbentes las manchas conservan la forma primitiva según el ángulo de impacto, altura, fuerza de proyección. La desecación de la mácula sobre superficies no absorbentes hace que la misma presente resquebrajamiento o fisuras con levantamiento de sus bordes. Las superficies rugosas contribuyen a la rotura de la gota.

### **Clasificación de la mancha**

A través de los patrones de sangrado encontrados en el lugar del hecho se puede determinar movimientos o posiciones, altura, dinámica, ángulo de proyección, lesiones en arterias o venas.

El análisis se hace determinando:

- a. *origen de los patrones hemáticos*
- b. *distancias entre la superficie y la fuente de sangrado*
- c. *tipo y origen del impacto que produjo la proyección*
- d. *lugar/es de ocurrencia de la/s agresión/es*
- e. *mecanismo de producción de los mapas hemáticos*
- f. *tipo de agresión y elemento utilizado*
- g. *ubicación de los actores al momento de producirse el sangrado*
- h. *desplazamiento dentro del escenario tanto de los actores como de elementos*
- i. *correlación de cantidad de sangre con las lesiones de la víctima*
- j. *confirmación o refutación de los argumentos dados por el imputado*

Las características de los patrones de sangre dependen de muchos factores, entre los principales se encuentran *mecanismo de producción* y del *soporte continente*.

Al golpear una superficie, la sangre deja un patrón el cual depende del tipo de superficie sobre la cual cae o impacta. Cuando se analiza una mancha de sangre salpicada siempre se debe indicar el tipo de superficie. Estas manchas pueden ocurrir en una variedad de superficies, tales como alfombra, madera, azulejo, papel, vestimenta.

El tipo de superficie y la cantidad de fluido afectan los patrones de las manchas de sangre, incluyendo el tamaño y el aspecto de las gotas. Si la superficie es dura y menos porosa o lisa, la mancha se distorsionará menos o se romperá y separará menos. Por el contrario, en una superficie áspera y porosa, las gotas se romperán y separarán más.

### **Clasificación de patrones de manchas de sangre**

- ★ Mancha activa, salpicada o proyectada: ocurre cuando alguna forma de energía ha sido transferida a la fuente de sangre, o cuando la fuente expuesta con sangre, es sometida a una acción o fuerza mayor que la fuerza de la gravedad (producida interna o externamente). El tamaño, la figura y el número que resultan de la mancha van a depender del tipo de fuerza que se utilice para hacer brotar la sangre.
- ★ **Manchas pasivas:** son manchas creadas o formadas cuando la fuerza que actúa sobre la fuente productora, es la fuerza de gravedad exclusivamente, es decir, no actúa una fuerza externa.

En la presente investigación se trabajó, por una cuestión de practicidad y a efectos de demostrar lo que se planteó inicialmente en los objetivos, con este tipo de manchas, seleccionando, dentro de ellas, dos patrones en especial:

- Goteo: la sangre escurre hacia abajo haciendo que la gota crezca siguiendo el curso impuesto por la gravedad. Cuando ésta supera la tensión superficial, la gota se libera adquiriendo forma esférica; el diámetro resultante de la mancha de sangre producida por caída libre está en función del volumen de la gota, la textura de la superficie que impacta y la distancia recorrida. La forma de la mancha dependerá de la naturaleza de la superficie y el tamaño se relaciona con la distancia de caída.

**Goteo estático:** la fuente de la cual emerge la sangre permanece en una misma ubicación. Se produce la caída libre de gotas sobre gotas previas generando una mancha central irregular y pequeñas gotas satélites redondas y ovaladas.

- **Charco:** es un patrón de mancha que resulta de una fuente de sangrado goteando o escurriendo sangre por un periodo sin movimiento que permite formar charcos o lagunas. La posición de charcos con respecto al cadáver puede indicarnos cambios en la posición del mismo.

## Hipótesis de investigación

En base a todo lo relatado en la introducción de las ideas que llevaron a realizar este trabajo de investigación y argumentado con la información explicada en el marco teórico, se detallan las siguientes hipótesis que, una vez realizada la experimentación, serán afirmadas o refutadas:

- Hipótesis General: la variación en la viscosidad de la sangre, causada por los cambios en los GR que generan las patologías nombradas, influirá en la producción de los patrones hemáticos, lo cual podrá ser percibido a través de las propiedades organolépticas.
- Hipótesis derivada: si se modifica la superficie sobre la que se asientan los patrones, las características del mismo también se modificarán y serán igualmente perceptibles a través de las propiedades organolépticas.

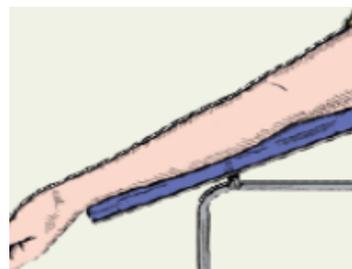
## Metodología de la investigación

La presente experimentación se desarrolló en las instalaciones del Hospital Interzonal General de Agudos “Dr. Oscar E. Alende” de Mar del Plata, Anexo Modular n° 2, con la autorización de su directora asociada, la Licenciada en Enfermería Deri Anabela y la asesoría de la Licenciada en Criminalística y Técnica en Laboratorio de Análisis Clínicos, Kucar Yanina Verónica, quien se desempeña laboralmente en dicha institución.

Las muestras de sangre se obtuvieron de las extracciones diarias realizadas en el anexo, la encargada de seleccionarlas, apartarlas y conservarlas fue la Técnica en Laboratorio Kucar. Para su selección sólo se tuvo en cuenta el porcentaje del hematocrito, manteniendo el anonimato de la persona. A continuación se detalla la técnica de extracción venosa empleada:

Generalmente se suele extraer la sangre a través de la punción de una de las venas situadas en la fosa cubital del brazo. Estas venas tienen generalmente un tamaño aceptable y la piel en esta región es suave y no demasiado sensible. Si por alguna razón no se puede pinchar en la fosa cubital se recomienda la punción de una de las venas del dorso de la mano o en la muñeca. Otra opción es la extracción de sangre en el pie (tobillo o dorso del pie), aunque no se hace con tanta frecuencia. Pasos:

1. Acomodar el brazo del paciente para que tanto él como el extraccionista estén cómodos para realizar el procedimiento. El brazo debe estar extendido y relajado.



2. Colocar el lazo o torniquete en el brazo del paciente para aumentar el volumen de las venas y pedirle que cierre el puño.

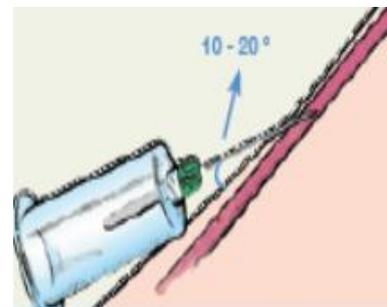


3. Palpar la vena para averiguar sus características (tamaño, elasticidad o rigidez, determinar si se desplaza o no) y su curso.



4. Cuando se decide el lugar de la punción se desinfecta el sitio a punzar con un algodón o gasa embebida en alcohol.

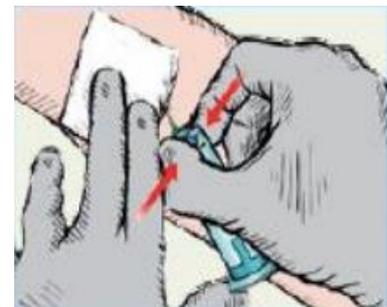
5. Se toma la aguja con una mano y se saca con cuidado el capuchón. Con la mano libre se asegura otra vez el curso de la vena y se tensa la piel sobre el sitio de punción. Se acerca la aguja situándola paralela al curso de la vena a puncionar. Con el bisel hacia arriba se punciona la piel con un suave y rápido movimiento. La aguja se introduce con un ángulo de



6. Si la punción fue adecuada, el segmento de la jeringa inmediato posterior a la aguja se llena de sangre y se puede proceder a la extracción.

6. Se le pide al paciente abrir el puño y se llenan todos los tubos necesarios.

7. Se suelta el torniquete y se coloca una gasa o algodón sobre el sitio de la punción. Se retira con cuidado la aguja. Cuando ésta haya salido del brazo del paciente se ejerce presión en la gasa para impedir que salga la sangre. Se desecha la aguja en los contenedores designados. El paciente puede seguir presionando durante unos minutos.



Como primera medida para la experimentación se delimitaron los espacios a utilizar; restringiendo el acceso a toda persona ajena a la investigación y cubriendo las superficies con bolsas plásticas a fin de evitar cualquier tipo de contaminación entre el espacio y las muestras y viceversa. Seguidamente se alistó todo el material necesario: muestras de sangre en tubos de ensayo, pipetas plásticas Pasteur descartables, guantes de examinación de nitrilo, antiparras plásticas, barbijos quirúrgicos de tres capas con elástico, mameluco descartable de

tela Tyvek con capucha, cubrebotas, testigos métricos, señaladores de evidencia alfabéticos y numéricos con referencia métrica, azulejos de cerámica (15 x 23cm) y tela jersey 100% algodón (15 x 23cm).

Una vez colocada la indumentaria correspondiente para una correcta protección, las investigadoras dispusieron los materiales en cada espacio y procedieron a la realización de los patrones hemáticos; de cada tubo de ensayo se obtuvo un patrón sobre azulejo y otro sobre el recorte de tela, los cuales fueron rotulados con cinta de papel y fibrón indeleble con el hematocrito correspondiente y una señalización alfanumérica, donde “A” corresponde a las anemias, “B” poliglobulias o hematocritos mayores a 46% y “C” sin patologías del paquete globular con los números del cero al siete en orden creciente respectivamente al del hematocrito.

Con una pipeta Pasteur se tomó una muestra de cada tubo y, apoyando el brazo sobre un soporte a 70 cm del suelo, se dejaron caer diez gotas de sangre sobre la superficie correspondiente (azulejos y telas) registrando el tiempo y fotografiando cada una pasados cinco, diez y treinta minutos. Este procedimiento fue realizado por cada una de las investigadoras en espacios separados, pero de forma paralela y simultánea.

Para una mejor organización se decidió dividir la experimentación en tres encuentros sucesivos, el primer día se trabajó con muestras de anemia, el segundo con muestras de hematocritos mayores a 46% y el tercero con las correspondientes a sangre sin patologías del paquete globular.

## Análisis de datos

Durante la realización de goteos a modo de prueba y observando el comportamiento del fluido biológico sobre las dos superficies, el grupo consideró innecesaria la realización del otro patrón hemático planteado en un principio, el charco. La decisión fue tomada al notar que dicho patrón no tiene una definición clara, ¿a partir de qué cantidad de fluido es considerado como tal?, sumado a que su análisis requeriría considerar más variables, difíciles de controlar y clasificar. Entendiendo que tal decisión no afectaba los objetivos ni las hipótesis planteadas al inicio, se decidió continuar la experimentación con el goteo estático únicamente.

El primer día los goteos se realizaron con muestras de anemias (hematocritos entre 10 % y 28%), con un total de 16 (dieciséis) patrones, ocho sobre azulejos y ocho sobre telas. Los mismos fueron numerados del cero al siete y señalados con la letra “**A**”.

El segundo se realizaron nuevamente 16 (dieciséis) goteos, en esta ocasión con muestras de poliglobulia o hematocritos mayores a 46%. Ocho sobre azulejos y ocho sobre telas, los cuales fueron indicados con la letra “**B**” y numerados del cero al siete.

El tercer y último día se realizaron goteos con sangre sin patologías del paquete globular y se obtuvieron 14 (catorce) muestras en total, siete sobre azulejos y siete sobre telas, todos identificados con la letra “**C**” y numerados del cero al seis.

Adicionalmente, este día se realizó una extracción sanguínea siguiendo los pasos detallados anteriormente y con el correspondiente análisis, a una de las investigadoras para obtener una muestra sin anticoagulante y así poder realizar una comparación entre este patrón y los anteriores (muestras que cuentan con anticoagulante). A esta muestra se le colocó una señalética “**C**” ya que el nivel de hematocrito fue 35% y se realizó un goteo sobre azulejo.

Los 47 goteos resultantes fueron registrados mediante fotografías y la confección de tablas para cada muestra y superficie.

Cada día, una vez finalizado el trabajo con las muestras, todo el material plástico utilizado (protección personal, protección del lugar y pipetas Pasteur), las telas manchadas y la sangre sobrante se desecharon en bolsas rojas para residuos patológicos dentro de contenedores que posteriormente fueron incinerados. Por su parte, los azulejos fueron lavados y desinfectados correctamente.

De la observación comparativa de los patrones hay tres aspectos notorios a simple vista entre las muestras “A” y “B”, hematocritos muy bajos y muy altos respectivamente:

- color: según lo esperado, tanto en los azulejos como sobre las telas, los goteos realizados con hematocritos menores a 28% mostraron un color rojo escarlata, mientras que los realizados con hematocritos altos, superiores al 46%, el color rojo era mucho más intenso, virando al rojo violáceo.
- área: los goteos sobre las telas generaron una mancha de aproximadamente 1,5 x 1,5 cm, mientras que, sobre los azulejos el tamaño se incrementó a 3 x 3,5 cm o incluso 5 x 5 cm aproximadamente. Además, se notó una leve disminución del área de la gota principal a medida que el hematocrito aumentaba.
- gotas satélites: la dispersión de las gotas satélites de los goteos varió dependiendo del hematocrito de la muestra. A mayor hematocrito, menor dispersión desde el centro de la mancha principal y viceversa.

Por otra parte, conforme transcurría el tiempo, en ninguna de las muestras se observaron significativas variaciones cromáticas o del tamaño de las manchas.

Hubo unos pocos goteos (C3, B1 y B5) que se comportaron de manera diferente al resto, no generando la dispersión habitual. Los mismos fueron realizados sobre tela y dicho comportamiento inusual creemos se debe a que debajo de la tela se colocó un plástico a modo de protección, y que entre éste y el piso quedó aire atrapado que no permitió el rebote usual.

A continuación se adjunta la tabla que se usó como referencia para la descripción de los colores de los goteos:

Rojo	Cereza	Rosa	Mermelada
Merlot	Granate	Carmesí	Rubí
Escarlata	Vino	Ladrillo	Manzana
Caoba	Sangre	Sangría	Baya
Grosella	Rubor	Caramelo	Pintalabios

Tabla de resultados:

ANEMIA (A)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°0 (HTO.10%)</b>	TELA	Rojo rubí	1,5 cm x 1,5 cm	Patrón irregular, con abundantes proyecciones hacia alrededor de la gota central.	5 min
		Rojo rubí opaco	1,5 cm x 1,5 cm	Se aprecia un cambio de color a un rojo claro opaco, debido a la absorción de la tela.	10 min
		Rojo rubí opaco	1,5 cm x 1,5 cm	Gotas satelitales totalmente secas, con un color opaco.	30 min
	CERÁMICO	Caramelo	3,5 cm x 3,5 cm	Forma redondeada, con proyecciones hacia todos los costados.	5 min
		Caramelo	3,5 cm x 3,5 cm	No se observan cambios	10 min
		Caramelo sin brillo	3,5 cm x 3,5 cm	Resquebrajamiento de la gota principal y pérdida de brillo de las gotas satelitales.	30 min

ANEMIA (A)					
Muestra Nº1 (HTO.19%)	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
	TELA	Rojo grosella	2 cm x 1,5 cm	Patrón con bordes irregulares. Proyecciones hacia la zona inferior y superior.	5 min
		Rojo grosella	2 cm x 1,5 cm	Rojo opaco/seco	10 min
		Rojo grosella sin brillo	2 cm x 1,5 cm	Rojo opaco/seco	30 min
	CERÁMICO	Rojo escarlata	4 cm x 3,5 cm	Forma redondeada con algunos desplazamientos y gotas satélites alrededor del patrón.	5 min
		Rojo escarlata	4 cm x 3,5 cm	Se comienzan a secar algunas gotas satelitales, perdiendo su brillo.	10 min
		Rojo escarlata	4 cm x 3,5 cm	Proyecciones de color rojo escarlata opaco. Bordes de la gota principal secos.	30 min

ANEMIA (A)					
Muestra Nº2 (HTO.20%)	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
	TELA	Grosella/ granate	1,5 cm x 1,5 cm	Proyección de gotas satelitales alrededor de todo el patrón central.	5 min
		Grosella/ granate	1,5 cm x 1,5 cm	Se observan las proyecciones secas, sin brillo.	10 min
		Grosella/ granate	1,5 cm x 1,5 cm	Centro de color más oscuro, laterales y bordes de color rojo más claro y opaco.	30 min
	CERÁMICO	Rojo carmín	4,2 cm x 3,2 cm	Patrón conformado por dos círculos. El círculo derecho con bordes definidos redondos y el izquierdo con bordes irregulares.	5 min
		Rojo carmín	4,2 cm x 3,2 cm	Se observa el comienzo delos bordes de un color rojo más claro.	10 min

		Rojo carmín opaco	4,2 cm x 3,2 cm	Gotas satelitales de color rojo opaco, debido a que se secaron por el paso del tiempo.	30 min
--	--	-------------------	-----------------	--	--------

ANEMIA (A)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°3 (HTO.20%)</b>	TELA	Rojo rubí	1,5 cm x 1,5 cm	Gota de pequeñas dimensiones con gotas satelitales pequeñas alrededor del patrón.	5 min
		Rojo rubí opaco	1,5 cm x 1,5 cm	Se seca y se opaca la gota	10 min
		Rojo rubí opaco	1,5 cm x 1,5 cm	Resquebrajamiento de la gota.	30 min
	CERÁMICO	Rojo escarlata	4,3 cm x 3,5 cm	Patrón irregular de gran tamaño. Con gotas satélites hacia todos los extremos.	5 min
		Rojo escarlata	4,3 cm x 3,5 cm	Desecamiento de los bordes.	10 min
		Rojo escarlata	4,3 cm x 3,5 cm	Centro de color rojo escarlata, y sus bordes de un color rojo pálido sin brillo.	30 min

ANEMIA (A)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°4 (HTO.23%)</b>	TELA	Rojo vino	1,3 cm x 1 cm	Bordes irregulares. Abundantes proyecciones alrededor del patrón.	5 min
		Rojo vino	1,3 cm x 1 cm	No se observan cambios notables a simple vista.	10 min
		Rojo vino	1,3 cm x 1 cm	No se observan cambios notables a simple vista.	30 min
	CERÁMICO	Rojo carmín	3,5 cm x 2,5 cm	Forma redondeada, con proyecciones próximas a la gota principal.	5 min
		Rojo carmín	3,5 cm x 2,5 cm	Pequeño cambio de color en sus bordes.	10 min

		Rojo carmín	3,5 cm x 2,5 cm	Gotas satelitales con un borde de color diferente al centro de las mismas.	30 min
--	--	-------------	-----------------	--	--------

ANEMIA (A)					
Muestra Nº5 (HTO.25%)	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
	TELA	Rojo rubí	1,5 cm x 1,3 cm	Gotas satelitales hacia la zona inferior y lateral izquierdo.	5 min
		Rojo rubí	1,5 cm x 1,3 cm	Gotas satelitales secas de color rojo opaco.	10 min
		Rojo rubí	1,5 cm x 1,3 cm	Mismas condiciones.	30 min
	CERÁMICO	Rojo carmín	3 cm x 2,5 cm	Patrón de gran tamaño y forma irregular con proyecciones próximas a la gota principal.	5 min
		Rojo carmín	3 cm x 2,5 cm	Bordes comienzan a secarse debido a la escasa cantidad de sangre.	10 min
		Rojo carmín opaco	3 cm x 2,5 cm	Proyecciones secas de color opaco.	30 min

ANEMIA (A)					
Muestra Nº6 (HTO.27%)	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
	TELA	Grosella gota principal, caoba gotas satelitales	1 cm x 1,5 cm	Gotas con abundante cantidad, de color rojo más oscuro, comparados con el patrón principal que se observa de un color rojo claro.	5 min
		Grosella gota principal, caoba gotas satelitales	1 cm x 1,5 cm	Secado completo de la gota	10 min
		Grosella gota principal, caoba gotas satelitales	1 cm x 1,5 cm	Gotas satelitales más grande aún frescas, gotas más pequeñas secas.	30 min
	CERÁMICO	Rojo carmín, intenso	3 cm x 2 cm	Forma irregular y escasa proyección de gotas satélites.	5 min

		Rojo carmín, intenso	3 cm x 2 cm	Inicio de secado en gotas satelitales.	10 min
		Rojo carmín, intenso	3 cm x 2 cm	Secado de las gotas satelitales y bordes de la gota principal.	30 min

ANEMIA (A)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº7 (HTO.28%)</b>	TELA	Grosella	1,2 cm x 1,5 cm	Patrón irregular, con gotas satelitales de pequeñas dimensiones.	5 min
		Grosella opaco	1,2 cm x 1,5 cm	Gotas satelitales secas, de color rojo grosella opaco.	10 min
		Grosella opaco	1,2 cm x 1,5 cm	Mismas condiciones que a los 10 minutos.	30 min
	CERÁMICO	Rojo carmín, intenso	3 cm x 2,5 cm	Forma irregular con gran cantidad de gotas satélites alrededor del patrón.	5 min
		Rojo carmín, intenso	3 cm x 2,5 cm	Inicio de secado de los bordes de la gota principal.	10 min
		Rojo carmín, intenso	3 cm x 2,5 cm	Gotas satelitales opacas y secas.	30 min

POLIGLOBULIA (B)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº0 (HTO.47%)</b>	TELA	Rojo vino	1,4 cm x 2,2 cm	Goteo irregular con desplazamiento hacia la zona inferior. Goteo satelital en sus alrededores.	5 min
		Rojo vino	1,4 cm x 2,2 cm	Proyecciones secas, gota principal aún húmeda.	10 min
		Rojo vino	1,4 cm x 2,2 cm	Inicio de secado del borde de la gota principal.	30 min
	CERÁMICO	Grosella brillante	3 cm x 3 cm	Forma redondeada, escasa cantidad de gotas satélites.	5 min
		Grosella brillante	3 cm x 3 cm	Inicio de secado en gotas satelitales.	10 min

		Grosella brillante	3 cm x 3 cm	Iguals condiciones.	30 min
--	--	--------------------	-------------	---------------------	--------

<b>POLIGLOBULIA (B)</b>					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°1 (HTO.48%)</b>	TELA	Caoba	2,2 cm x 2,5 cm	Gota con bordes irregulares. Escasas a nulas proyecciones satelitales.	5 min
		Caoba	2,2 cm x 2,5 cm	Inicio de secado en sus bordes.	10 min
		Caoba	2,2 cm x 2,5 cm	Centro de color más oscuro respecto de sus bordes.	30 min
	CERÁMICO	Granate	3,5 cm x 3,5 cm	Patrón redondeado, con proyecciones mayormente ubicadas en la parte inferior del patrón, escasas en la parte superior.	5 min
		Granate	3,5 cm x 3,5 cm	Inicio secado gotas satelitales.	10 min
		Granate	3,5 cm x 3,5 cm	Gotas satelitales color rojo opaco. Bordes gota principal más claras.	30 min

<b>POLIGLOBULIA (B)</b>					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°2 (HTO.51%)</b>	TELA	Rojo vino	1,3 cm x 1,3 cm	Gota de pequeñas dimensiones con proyecciones de la misma hacia sus alrededores.	5 min
		Rojo vino	1,3 cm x 1,3 cm	Gotas satelitales de color rojo opaco debido a que, con el paso del tiempo, se fue secando la sangre.	10 min
		Rojo vino	1,3 cm x 1,3 cm	Mismas condiciones.	30 min
	CERÁMICO	Grosella	3 cm x 2,5 cm	Forma irregular, proyecciones ubicadas en la zona media izquierda y derecha y en la zona inferior.	5 min

		Grosella	3 cm x 2,5 cm	Proyecciones secas, gota principal húmeda.	10 min
		Grosella	3 cm x 2,5 cm	Centro de la gota más oscura con respecto a sus bordes.	30 min

POLIGLOBULIA (B)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº3 (HTO.51%)</b>	TELA	Caoba	1,6 cm x 1,2 cm	Gota con bordes irregulares, con proyecciones abundantes tanto en la zona superior, inferior y sus laterales.	5 min
		Caoba	1,6 cm x 1,2 cm	Inicio de secado en los bordes de la gota principal. Gotas satelitales de escasa cantidad ya secas.	10 min
		Caoba	1,6 cm x 1,2 cm	Gotas con abundante cantidad aún húmedas.	30 min
	CERÁMICO	Cereza oscuro	2,5 cm x 2,2 cm	Bordes irregulares, proyecciones parejas y muy próximas al patrón.	5 min
		Cereza oscuro	2,5 cm x 2,2 cm	Bordes más claros, tanto en las proyecciones como en la gota principal.	10 min
		Cereza oscuro	2,5 cm x 2,2 cm	Igual condición que a los 10 minutos.	30 min

POLIGLOBULIA (B)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº4 (HTO.52%)</b>	TELA	Granate	1,8 cm x 1,2 cm	Gota irregular con gotas satelitales con abundante cantidad hacia las zonas superior y lateral izquierdo y derecho.	5 min
		Granate	1,8 cm x 1,2 cm	Borde del patrón de un color más claro en comparación con el centro.	10 min

		Granate opaco	1,8 cm x 1,2 cm	Gotas satelitales secas, de color opaco.	30 min
	CERÁMICO	Cereza oscuro	2,6 cm x 2,2 cm	Forma redondeada, con gotas satélites alrededor de todo el patrón.	5 min
		Cereza oscuro	2,6 cm x 2,2 cm	Comienzo de secado sobre los bordes del patrón.	10 min
		Cereza oscuro	2,6 cm x 2,2 cm	Patrón aún húmedo. Gotas satelitales secas.	30 min

POLIGLOBULIA (B)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº5 (HTO.53%)</b>	TELA	Grosella	2,2 cm x 1,5 cm	Patrón irregular, con escasa a nulas proyecciones hacia su alrededor.	5 min
		Grosella	2,2 cm x 1,5 cm	Se observa un color rojo claro y de aspecto seco debido a la absorción. Aun húmedo en la parte superior.	10 min
		Grosella	2,2 cm x 1,5 cm	Igual condición que a los 10 minutos.	30 min
	CERÁMICO	Grosella/ granate	3 cm x 2,6 cm	Patrón irregular, con desplazamiento de la gota en el extremo izquierdo y por su parte superior e inferior.	5 min
		Grosella/ granate	3 cm x 2,6 cm	Inicio de secado en sus bordes.	10 min
		Grosella/ granate	3 cm x 2,6 cm	Gotas satelitales secas y opacas.	30 min

POLIGLOBULIA (B)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº6 (HTO.57%)</b>	TELA	Grosella	2 cm x 1,2 cm	Patrón con bordes desiguales, con proyecciones de escaso contenido en la zona inferior y lateral derecho. Gotas más abundantes hacia la zona lateral izquierda.	5 min

		Grosella	2 cm x 1,2 cm	Borde más claro con respecto al centro. Gota izquierda de igual condición que a los 5 minutos.	10 min
		Grosella	2 cm x 1,2 cm	Gotas satelitales secas y opacas.	30 min
	CERÁMICO	Rojo vino brillante	3,5 cm x 2,3 cm	Forma irregular, con abundantes gotas satélites alrededor del patrón	5 min
		Rojo vino	3,5 cm x 2,3 cm	Bordes más claros debido al inicio de secado de la mancha. Al igual que las proyecciones.	10 min
		Rojo vino	3,5 cm x 2,3 cm	Se observa borde más claro y el centro más oscuro.	30 min

<b>POLIGLOBULIA (B)</b>					
<b>Muestra Nº7 (HTO.62%)</b>		Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
	TELA	Grosella	1,5 cm x 1,2 cm	Gota de pequeñas dimensiones, con proyecciones satelitales con abundante contenido en la zona superior y zona izquierda. Y gotas de menor contenido en la zona inferior y la zona derecha.	5 min
		Grosella	1,5 cm x 1,2 cm	Gotas más pequeñas secas y opacas.	10 min
		Grosella	1,5 cm x 1,2 cm	Gotas grandes aun húmedas.	30 min
	CERÁMICO	Grosella	3,2 cm x 2,5 cm	Forma medianamente regular, con gotas más pesadas en el extremo superior y costado izquierdo y gotas más livianas hacia abajo y el costado derecho.	5 min
		Grosella	3,2 cm x 2,5 cm	Bordes secos al igual que las proyecciones.	10 min
		Grosella	3,2 cm x 2,5 cm	Borde de color más claro comparado con su centro.	30 min

MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°0 (HTO.38%)</b>	TELA	Grosella	1,3 cm x 1,5 cm	Goteo en forma irregular con desplazamiento de la gota hacia el extremo superior izquierdo. Abundancia de gotas satelitales alrededor del patrón.	5 min
		Grosella	1,3 cm x 1,5 cm	Se observa un color más claro debido a la absorción de la tela.	10 min
		Grosella	1,3cmx1,5cm	Se observa un resquebrajamiento de la gota debido a la absorción de la tela y el paso del tiempo	30 min
	CERÁMICO	Rubí	4 cm x 2,5 cm	Patrón irregular en su zona inferior derecha, con pocas proyecciones hacia los costados.	5 min
		Rubí	4 cm x 2,5 cm	Iguals condiciones.	10 min
		Rubí	4 cm x 2,5 cm	Proyecciones secas al igual que los bordes de la gota principal.	30 min

MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°1 (HTO.39%)</b>	TELA	Grosella	1,7 cm x 1,3 cm	Gota principal de tamaño regular con gotas satelitales con gran cantidad de contenido alrededor de la principal y gotas escasas de contenido más alejadas.	5 min
		Grosella	1,7 cm x 1,3 cm	Cambio de color debido a la absorción.	10 min
		Grosella	1,7 cm x 1,3 cm	Se observa un centro más húmedo de un color más intenso, comparado con el borde que se observa de un color rojo claro y de aspecto seco.	30 min

	CERÁMICO	Cereza	3,5 cm x 3 cm	El patrón conserva su forma redondeada, excepto en el extremo inferior derecho que sufre un desplazamiento. Pocas gotas satélites hacia los costados.	5 min
		Cereza	3,5 cm x 3 cm	Gotas satelitales secas.	10 min
		Cereza	3,5 cm x 3 cm	Patrón con sus bordes levemente más claros.	30 min

<i>MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)</i>					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°2 (HTO.39%)</b>	TELA	Grosella	1,5 cm x 1,4 cm	Patrón de forma irregular. Se observan gotas con alto contenido de sangre alrededor de la gota principal.	5 min
		Grosella	1,5 cm x 1,4 cm	Gotas más alejadas y pequeñas ya secas. Gotas más próximas aun húmedas.	10 min
		Grosella y caoba	1,5 cm x 1,4 cm	Gota en el extremo superior izquierdo de un color rojo oscuro comparado con la gota principal.	30 min
	CERÁMICO	Grosella	3,5 cm x 3,3 cm	Patrón redondeado con proyecciones uniformemente distribuidas alrededor.	5 min
		Grosella	3,5 cm x 3,3 cm	Bordes más claros.	10 min
		Grosella	3,5 cm x 3,3 cm	Gotas satelitales secas y opacas.	30 min

<i>MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)</i>					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°3 (HTO.40%)</b>	TELA	Caoba	2,2 cm x 2 cm	Gota irregular con alto contenido de sangre. Escasas gotas satelitales a su alrededor.	5 min

		Caoba	2,2 cm x 2 cm	Ligeramente más claro el color de la gota.	10 min
		Caoba	2,2 cm x 2 cm	No llega a observarse cambios notables en el patrón.	30 min
	CERÁMICO	Cereza oscuro	2,7 cm x 2,5 cm	Patrón redondeado con gotas satélites próximas unas a otras.	5 min
		Cereza oscuro	2,7 cm x 2,5 cm	No se observan cambios notables.	10 min
		Cereza oscuro	2,7 cm x 2,5 cm	Proyecciones secas. Gota principal con sus bordes ligeramente más claros.	30 min

MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra Nº4 (HTO.42%)</b>	TELA	Grosella y caoba	1,5 cm x 1 cm	Gota principal irregular de escaso contenido. Abundante presencia de gotas satelitales.	5 min
		Grosella y caoba	1,5 cm x 1 cm	Gotas satelitales con más contenido poseen un color más oscuro comparado con la gota central.	10 min
		Grosella y caoba	1,5 cm x 1 cm	Centro de un color rojo más intenso, comparado con el borde.	30 min
	CERÁMICO	Rubí	2,9 cm x 2,7 cm	Forma redonda, proyecciones muy próximas al patrón central.	5 min
		Rubí	2,9 cm x 2,7 cm	Proyecciones secas	10 min
		Rubí	2,9 cm x 2,7 cm	Bordes de variado color con respecto a su centro.	30 min

MUESTRAS SIN PATOLOGÍAS (C)					
	Superficie	Color (variaciones cromáticas)	Tamaño	Características	Tiempo Transcurrido
<b>Muestra N°5 (HTO.44%)</b>	TELA	Caoba	1,5 cm x 1,5 cm	Patrón irregular. Presencia de escasas gotas satelitales en la zona derecha, pero con abundante contenido.	5 min
		Caoba	1,5 cm x 1,5 cm	Iguals condiciones que a los 5 minutos.	10 min
		Caoba	1,5 cm x 1,5 cm	Iguals condiciones que a los 5 minutos.	30 min
	CERÁMICO	Cereza oscuro	2,8 cm x 2,7 cm	Forma redondeada con ciertos desplazamientos, proyecciones regulares alrededor del patrón	5 min
		Cereza oscuro	2,8 cm x 2,7 cm	Centro más oscuro y húmedo.	10 min
		Cereza oscuro	2,8 cm x 2,7 cm	Proyecciones secas y opacas.	30 min

## Discusión de datos

Principalmente apoyadas en la información volcada en el marco teórico y ya que no se encontraron experimentaciones previas que traten el tema, teniendo en cuenta las características de los dos soportes y de los tres tipos de muestras utilizadas, el grupo predijo dos situaciones: la diferencia en la coloración dependiendo el porcentaje de hematocrito y la dispersión de las gotas satélites según la viscosidad de la muestra.

En primer lugar, la hemoglobina es el componente dentro de los hematíes que, entre otras cosas, otorga el color característico a la sangre y su presencia en mayor o menor cantidad hará variar la tonalidad de ésta, por ello las muestras de poliglobulia son notoriamente más oscuras que las muestras de anemia. Dicha situación es fácilmente apreciable sobre los cerámicos, ya que son superficies brillantes y no absorbentes. Y en las telas, por ser opacas y absorbentes, la diferencia no es tan clara a simple vista.

En segundo lugar, como ya se explicó inicialmente, la viscosidad de la sangre se define por la cantidad de fricción interna del fluido. Entonces, si se aumenta el número de moléculas (glóbulos rojos) concentradas en una porción del fluido (una gota), se incrementará el rozamiento entre ellas y, consecuentemente, la viscosidad. Esto se confirmó al analizar la distancia que lograban alcanzar las gotas satélites de cada goteo y dónde se concentraba la mayoría de las mismas.

Por último, la utilización de EDTA (variable imposible de modificar en las muestras obtenidas del anexo) evitó la coagulación de la sangre e hizo que las manchas se mantuvieran prácticamente idénticas de principio a fin. Sin embargo, el goteo realizado con la muestra extraída a la investigadora, a la cual no se le adicionó EDTA, se comportó de manera análoga a los goteos con porcentajes de hematocrito similares, por lo que podemos confirmar que el anticoagulante utilizado no interfirió en los objetivos del equipo.

## Conclusiones

La recopilación de información, la búsqueda de investigaciones similares y, posteriormente, charlas con profesionales allegados al tema, permitieron al grupo orientar correctamente los objetivos planteados, por lo que los mismos pudieron cumplirse exitosamente. Además, el permiso concedido por la directora del Hospital Interzonal, para obtener muestras de sangre del laboratorio del Anexo Modular n°2, permitió ampliar la cantidad de muestras y obtener un mayor número (47 muestras totales) de las tres planteadas inicialmente en los objetivos.

De los 47 goteos totales, 44 tuvieron un comportamiento similar y dentro de los parámetros esperados; en los restantes tres las diferencias se debieron a leves alteraciones no intencionales de la superficie de apoyo debajo de las telas, no a condiciones intrínsecas propias de la sangre.

Los 16 goteos realizados con muestras de sangre anémica (muestras "A") proyectaron sus gotas satélites hasta una distancia promedio de 22 cm desde la gota principal; en comparación con las otras muestras, su viscosidad fue notoriamente más baja y su color especialmente claro y translúcido.

Opuestamente, los 16 goteos de sangre con hematocritos mayores a 46% (muestras "B"), mostraron una viscosidad elevada, con gotas más densas y de color oscuro similar al bordó. Las gotas satélites promediaron los 15 cm de distancia desde la macha principal.

Los restantes 15 goteos de sangre, correspondientes a muestras sin patologías (muestras "C"), tuvieron un comportamiento semejante a los goteos anteriormente descritos, ya que los porcentajes del HTO eran cercanos: de 38 a 44%. La distancia de dispersión de las gotas satélites y el color también fueron similares, comportamiento dentro de los parámetros esperados. El goteo realizado con la sangre de la investigadora fue incluido en este grupo de muestras por presentar un HTO de 35%, se comportó de igual forma y la única diferencia advertida fue la formación del coágulo, ya que fue la única que no contenía anticoagulante.

A su vez, se observa que conforme aumenta el porcentaje del hematocrito, disminuye levemente el área de la mancha principal, entendiendo que esto se debe a la fuerte interacción intermolecular que ocurre dentro de un fluido más viscoso.

Por lo expuesto anteriormente se CORROBORAN ambas hipótesis planteadas inicialmente:

- Hipótesis General: la variación en la viscosidad de la sangre, causada por los cambios en los GR que generan las patologías nombradas, influye en la producción de los patrones hemáticos, lo cual puede ser percibido a través de las propiedades organolépticas.
- Hipótesis derivada: si se modifica la superficie sobre la que se asientan los patrones, las características del mismo también se modifican y son igualmente perceptibles a través de las propiedades organolépticas.

Sabiendo que la prueba de ADN y la búsqueda de grupo y factor Rh siguen siendo las técnicas más utilizadas para el análisis de una mancha de sangre, este trabajo nos permitió ampliar nuestra visión al respecto, plantear un problema de investigación y empezar a pensar nuevas herramientas a la hora de incluir o excluir individuos dentro de la investigación.

Y, aunque no se trata de una prueba de certeza, descubrimos un área interesante para seguir explorando, ya que no se han encontrado otras investigaciones que incluyan a las patologías de la sangre, a pesar de ser éstas frecuentes en la población actual.

Como futura proyección o posible continuidad del trabajo se plantea la posibilidad de realizar una experimentación semejante empleando sangre sin anticoagulante, aumentando el tiempo de reposo de cada muestra, agregando más superficies o analizando más patrones de sangrado, es decir, ampliando el espectro de las variables para que los resultados se asemejen lo más posible a la realidad de los hechos.

## Bibliografía

- Anónimo. (2017). *Manual de actuación en el lugar del hecho y/o escena del delito*. Ciudad autónoma de Buenos Aires: SAIJ
- Fantl, D. (2019). *Guías de diagnóstico y tratamiento*. Recuperado de [http://www.sah.org.ar/docs/2019/Guia\\_2019-completa.pdf](http://www.sah.org.ar/docs/2019/Guia_2019-completa.pdf)
- Manascero Gómez, A.R. (2014). *Atlas de Hematología*. Recuperado de [https://issuu.com/mercadeoepuj/docs/atlas\\_hematologia\\_-\\_sampler](https://issuu.com/mercadeoepuj/docs/atlas_hematologia_-_sampler)
- Medina Salmerón, J. (2016). En *Eritropoyesis*. Recuperado de <https://prezi.com/ziootrya8ogr/eritropoyesis/>
- Torres, E. A. (2012). *Análisis cromático y morfológico de manchas de sangre*. (Tesina). Universidad del Aconcagua. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos\\_digitales/279/tesis-4148-analisis.pdf](http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/279/tesis-4148-analisis.pdf)
- Varona, M.X., Sáenz Arbeláez, I. (2017). Serie Roja. En Varona, M.X., Sáenz Arbeláez, I. *Hematología: atlas de morfología celular* (p-p. 21-79), Colombia: Universidad del Valle
- Visible Body. (2021). En *Funciones de la sangre: ocho datos acerca de la sangre*. Recuperado de <https://www.visiblebody.com/es/learn/circulatory/circulatory-functions-of-the-blood>

## Anexo gráfico



**Pipetas de pasteur**



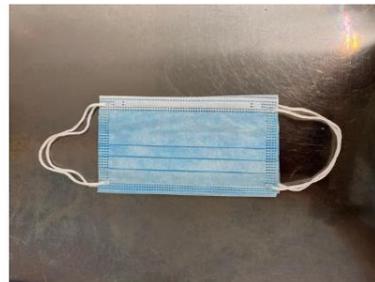
**Guantes de examinación de nitrilo**



**Investigadora vestida con la protección completa**



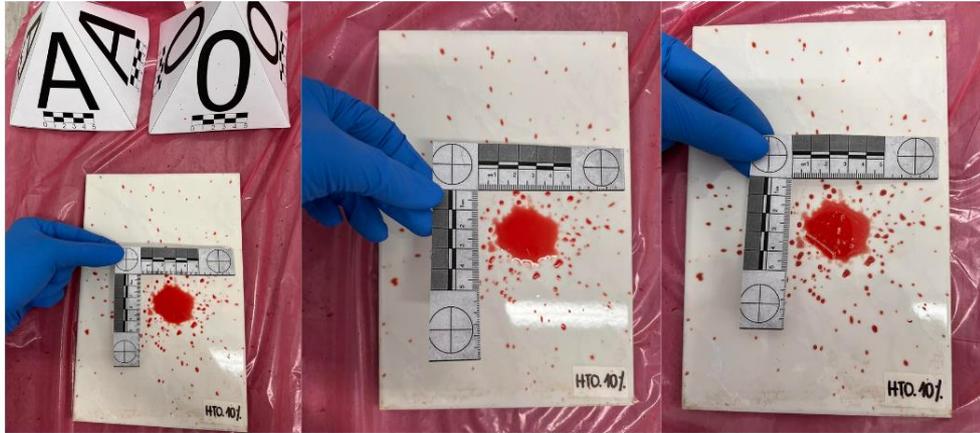
**Antiparras plásticas**



**Barbijos quirúrgicos de tres capas**

MUESTRA A0 (HTO. 10%)

CERÁMICO

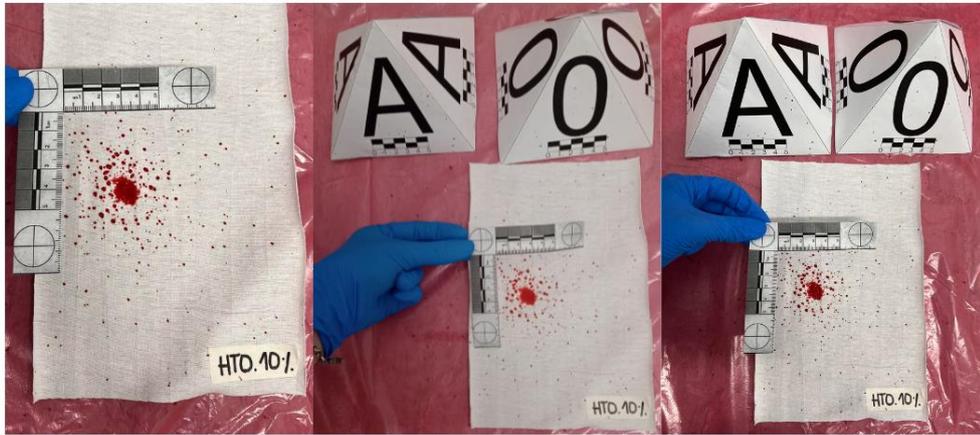


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



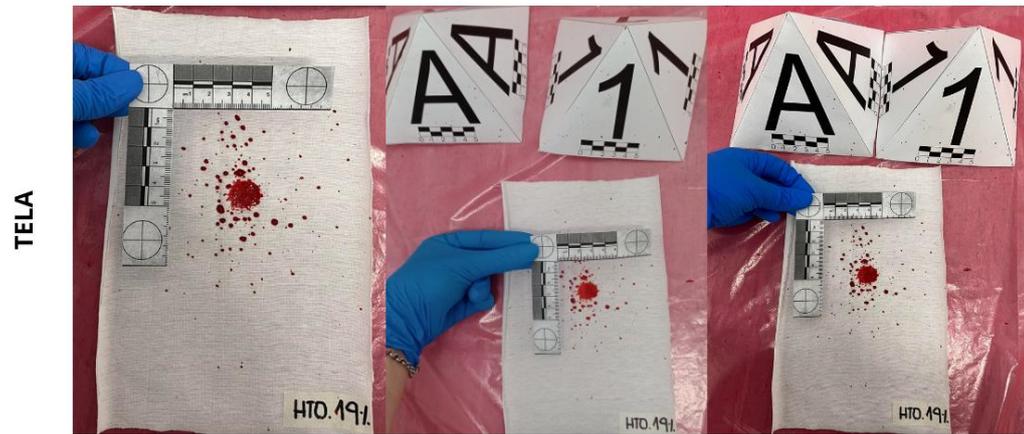
**MUESTRA A1 (HTO. 19%)**



**5 MINUTOS**

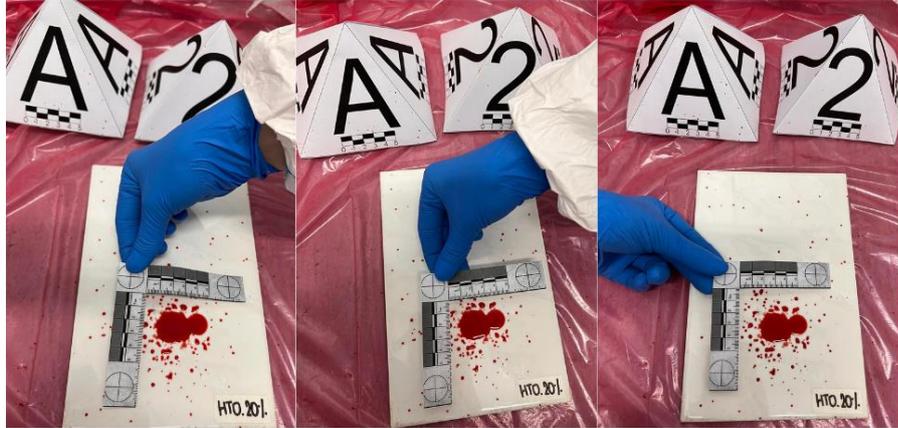
**10 MINUTOS**

**30 MINUTOS**



MUESTRA A2 (HTO. 20%)

CERÁMICO

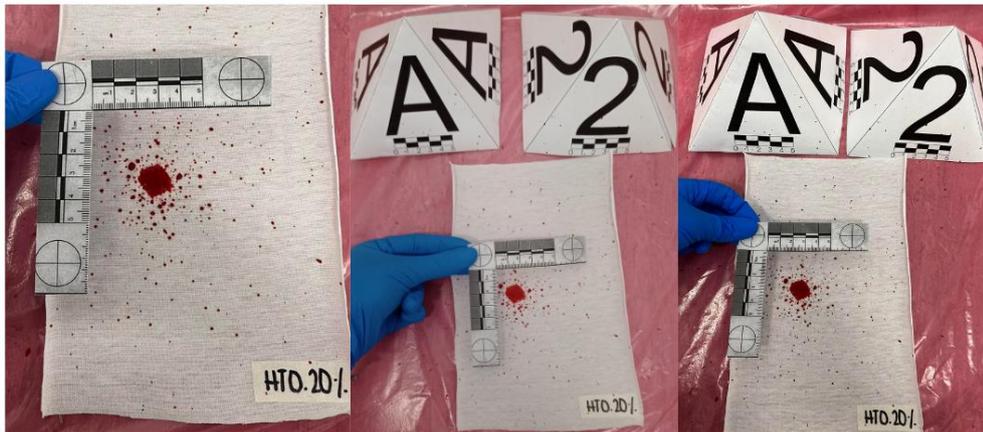


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



MUESTRA A3 (HTO. 20%)

CERÁMICO

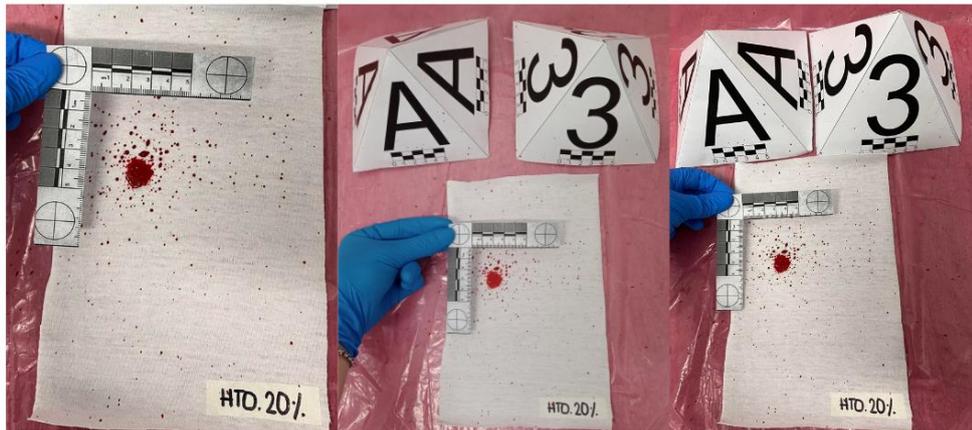


5 MINUTOS

10 MINUTOS

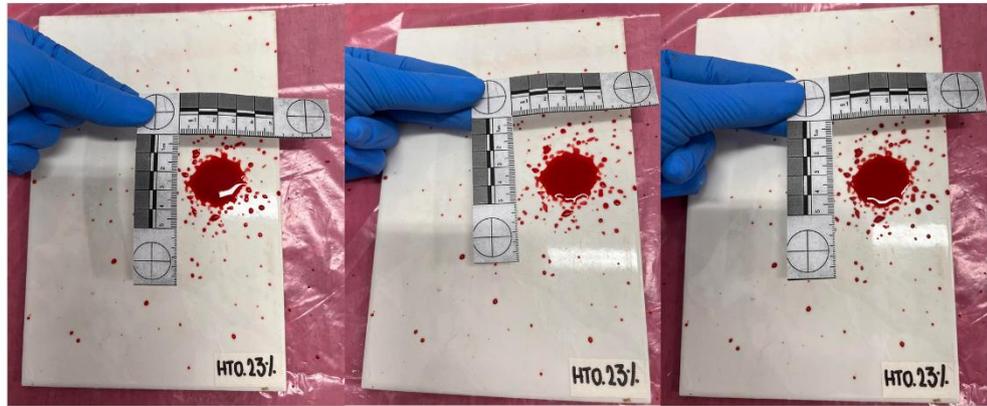
30 MINUTOS

TELA



MUESTRA A4 (HTO. 23%)

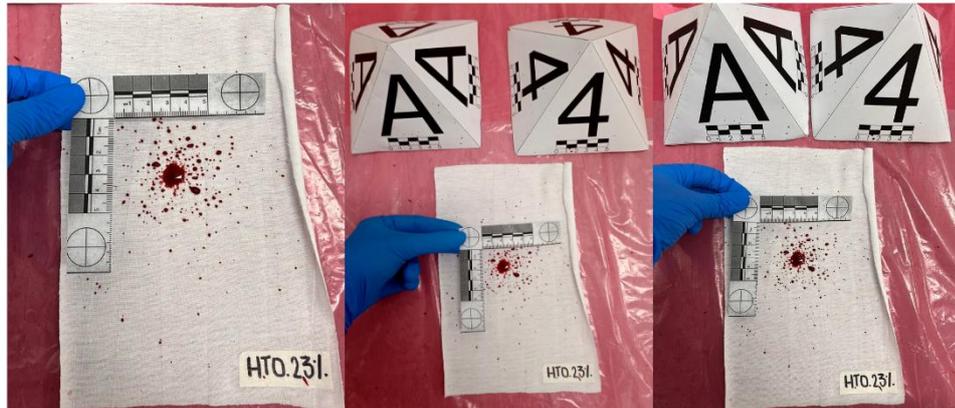
CERÁMICO



5 MINUTOS

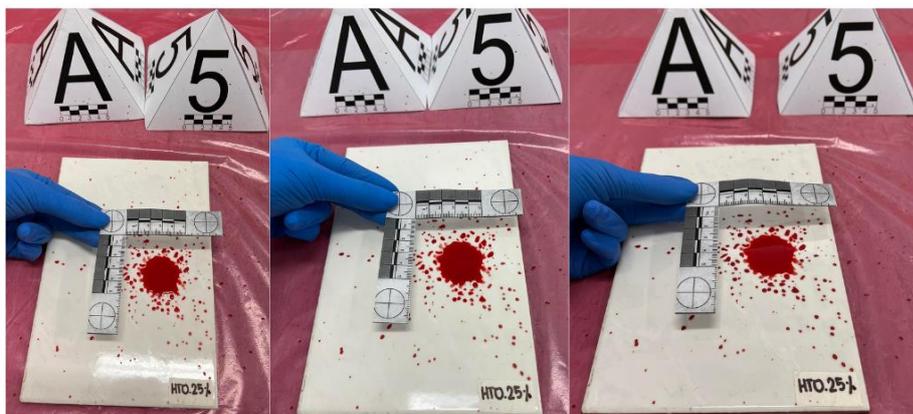
10 MINUTOS

30 MINUTOS



MUESTRA A5 (HTO. 25%)

CERÁMICO

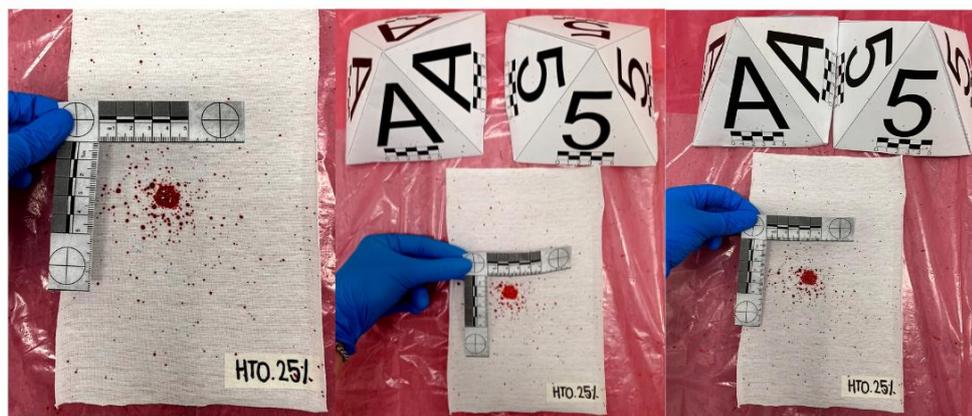


5 MINUTOS

10 MINUTOS

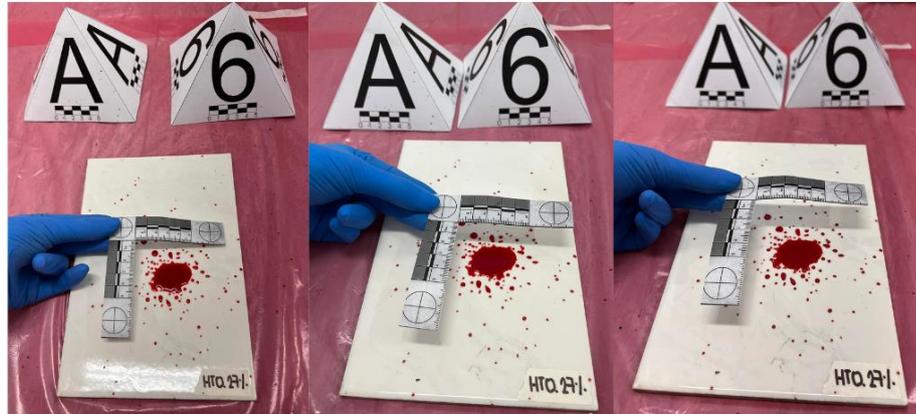
30 MINUTOS

TELA



MUESTRA A6 (HTO. 27%)

CERÁMICO

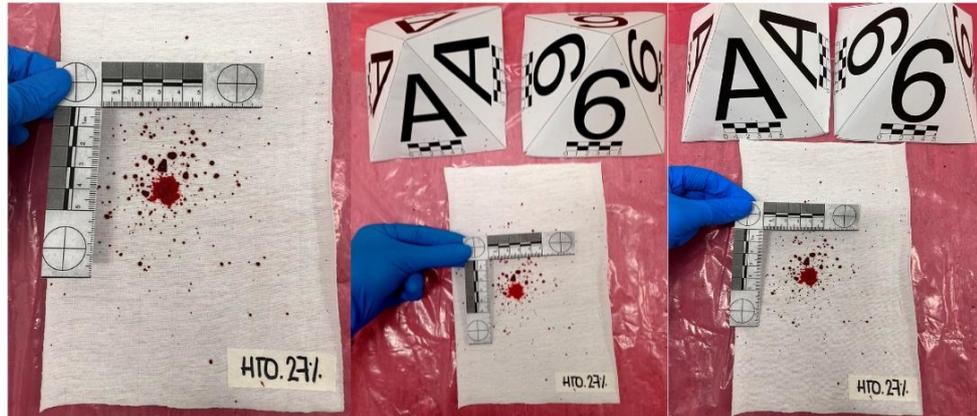


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



MUESTRA A7 (HTO. 28%)

CERÁMICO

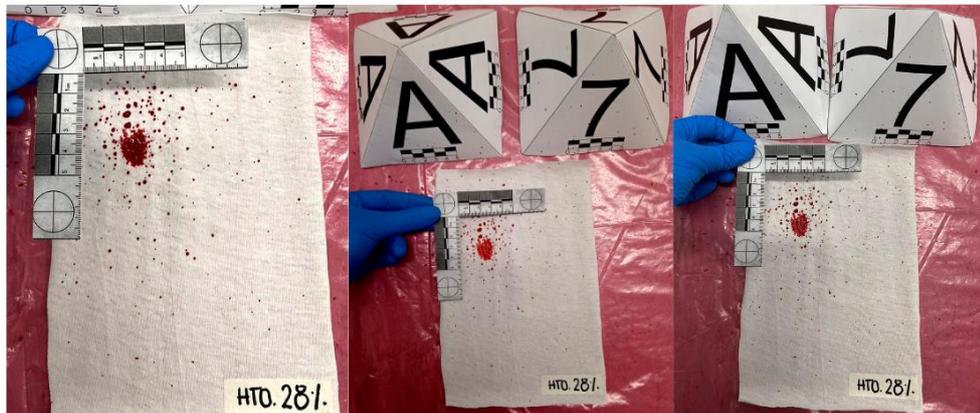


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



MUESTRA B0 (HTO. 47%)

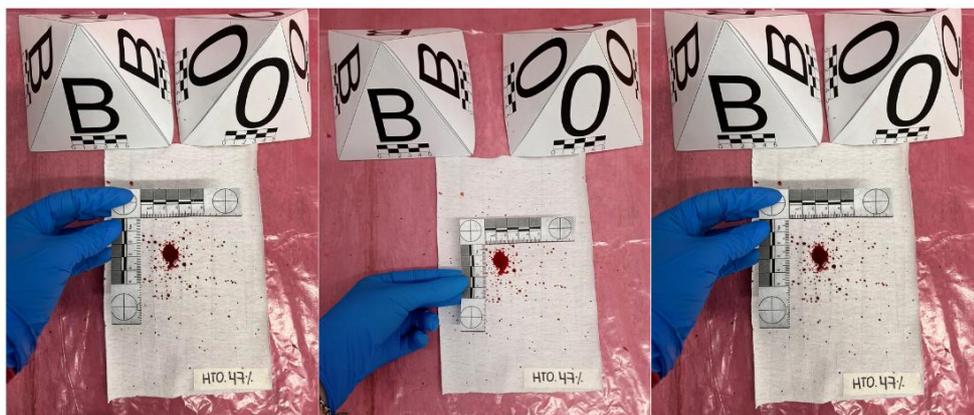
CERÁMICO



5 MINUTOS

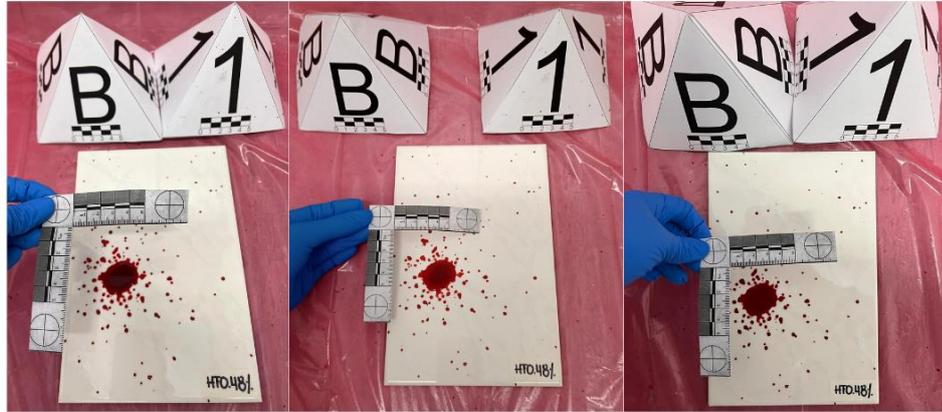
10 MINUTOS

30 MINUTOS



MUESTRA B1 (HTO. 48%)

CERÁMICO

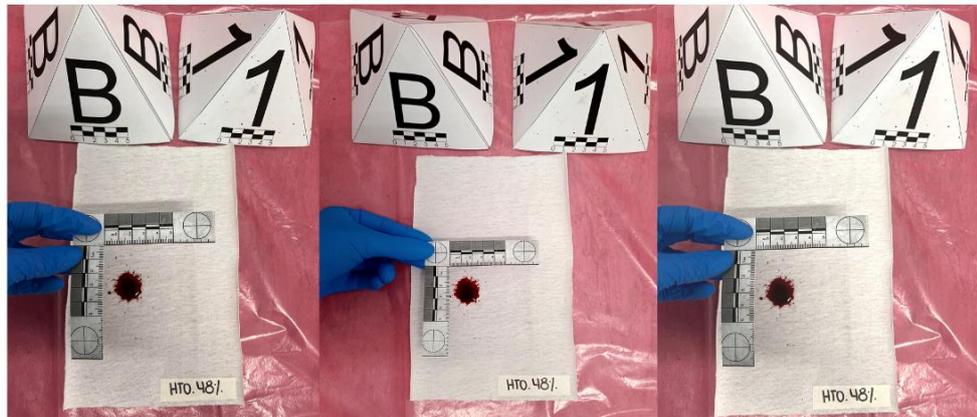


5 MINUTOS

10 MINUTOS

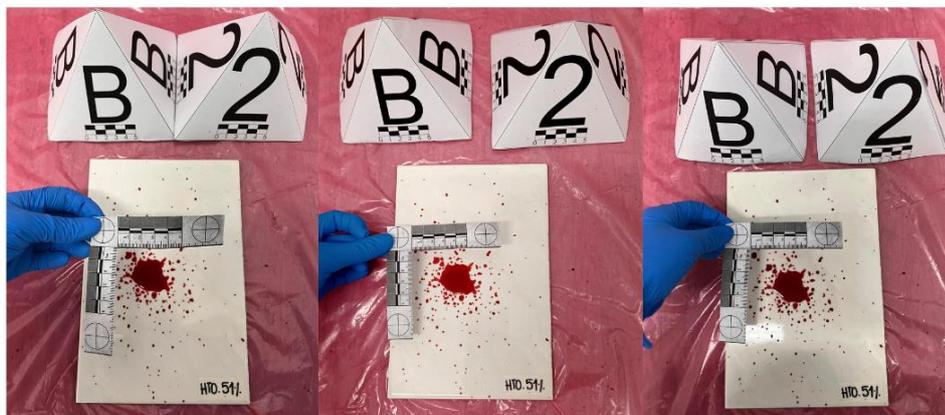
30 MINUTOS

TELA



MUESTRA B2 (HTO. 51%)

CERÁMICO

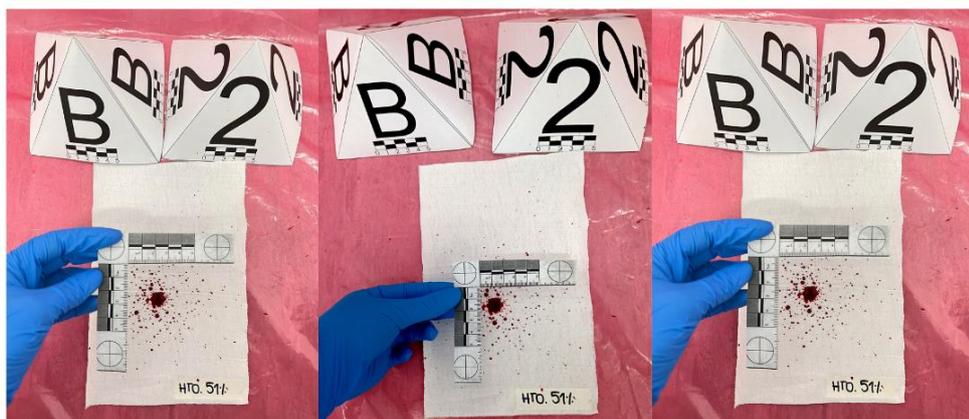


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

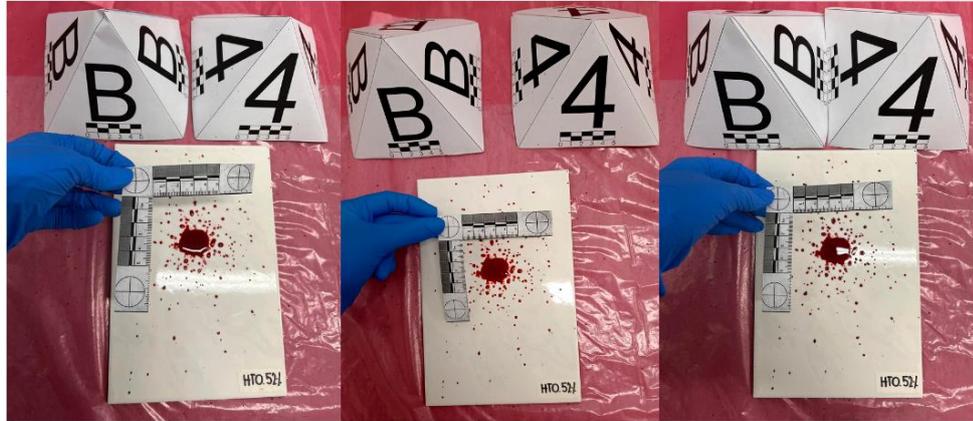
TELA





MUESTRA B4 (HTO. 52%)

CERÁMICO

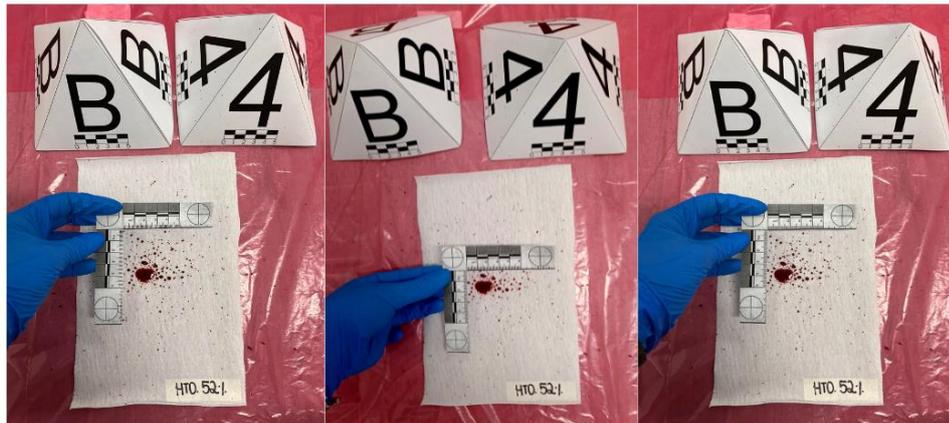


5 MINUTOS

10 MINUTOS

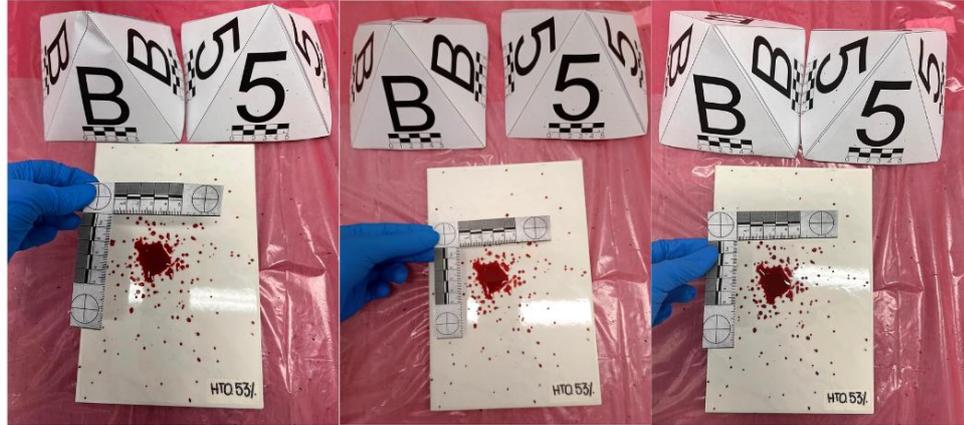
30 MINUTOS

TELA



**MUESTRA B5 (HTO. 53%)**

**CERÁMICO**

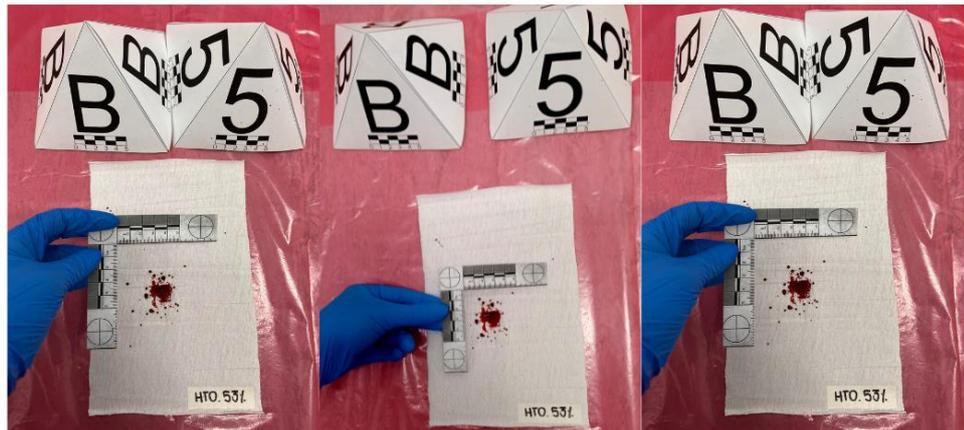


**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

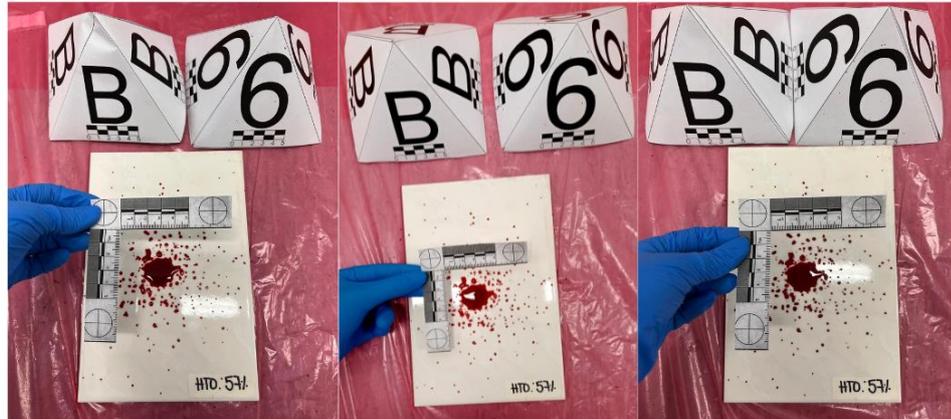
**30 MINUTOS**

**TELA**



**MUESTRA B6 (HTO. 57%)**

**CERÁMICO**

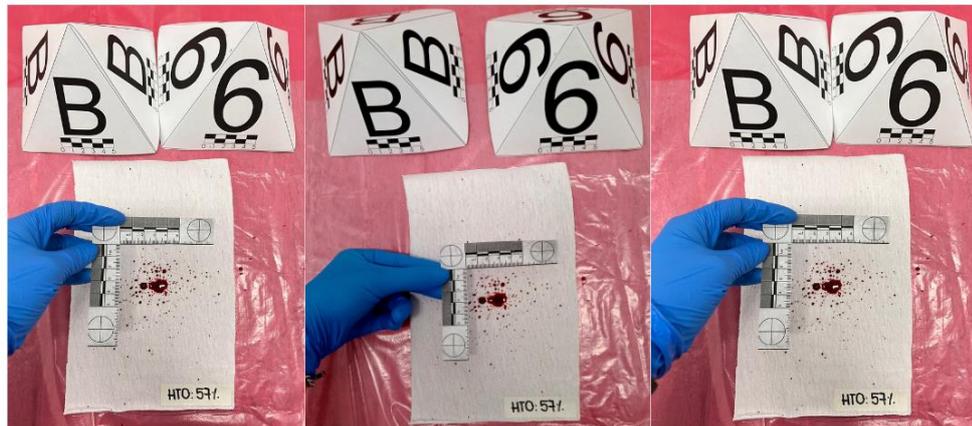


**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

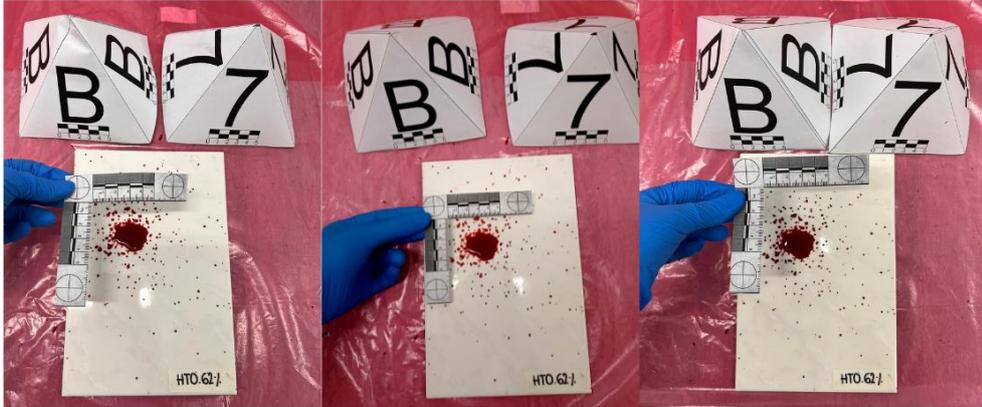
**30 MINUTOS**

**TELA**



MUESTRA B7 (HTO. 62%)

CERÁMICO

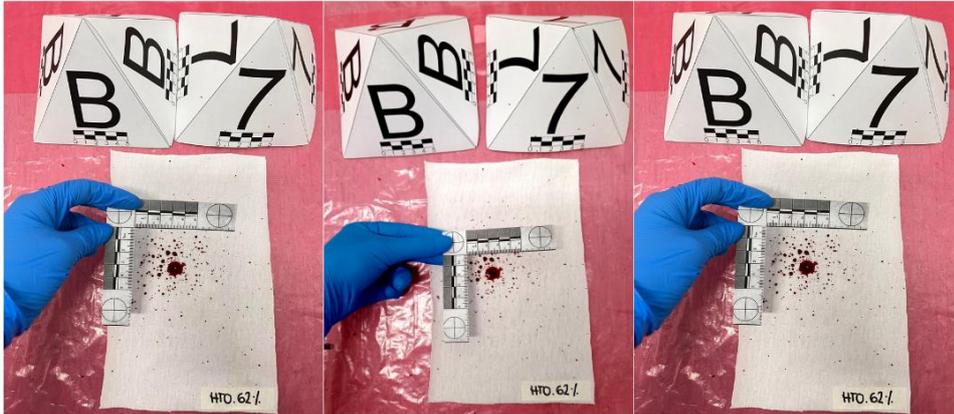


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



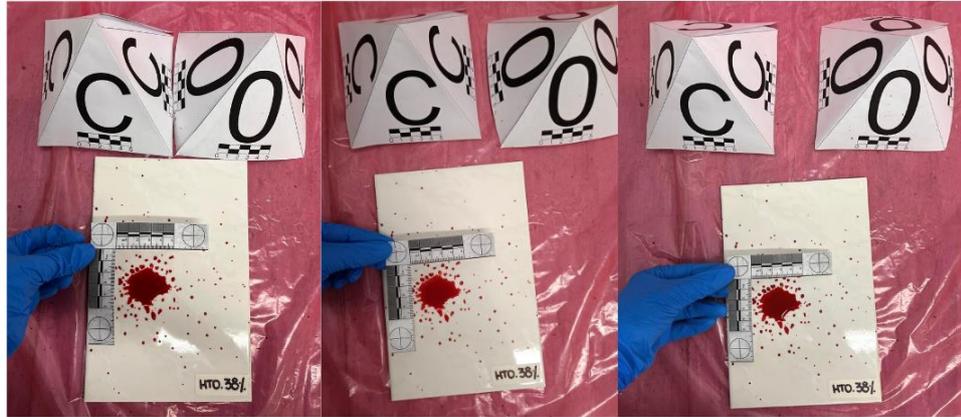
HTO. 62%

HTO. 62%

HTO. 62%

**MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C0 (HTO. 38%)**

**CERÁMICO**



**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

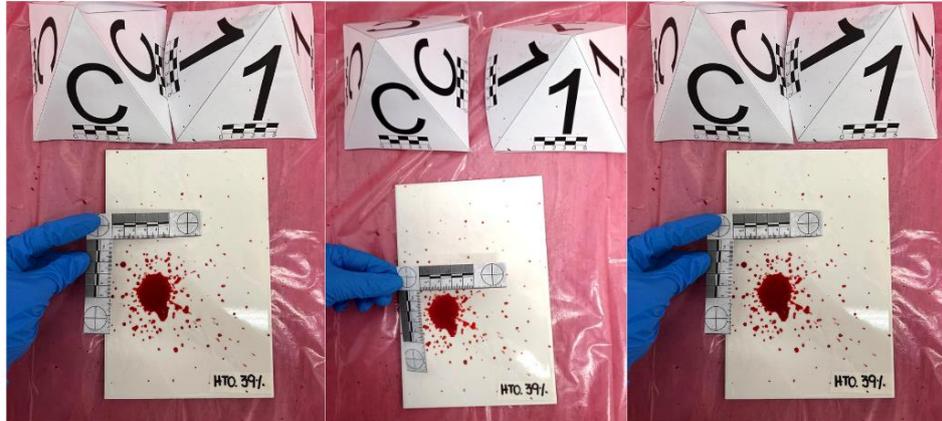
**30 MINUTOS**

**TELA**



**MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C1 (HTO. 39%)**

**CERÁMICO**

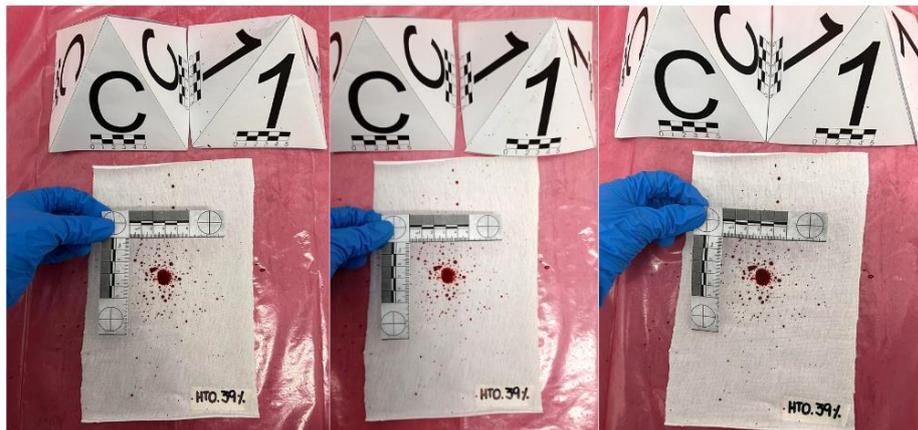


**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

**30 MINUTOS**

**TELA**



MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C2 (HTO. 39%)

CERÁMICO



5 MINUTOS

10 MINUTOS

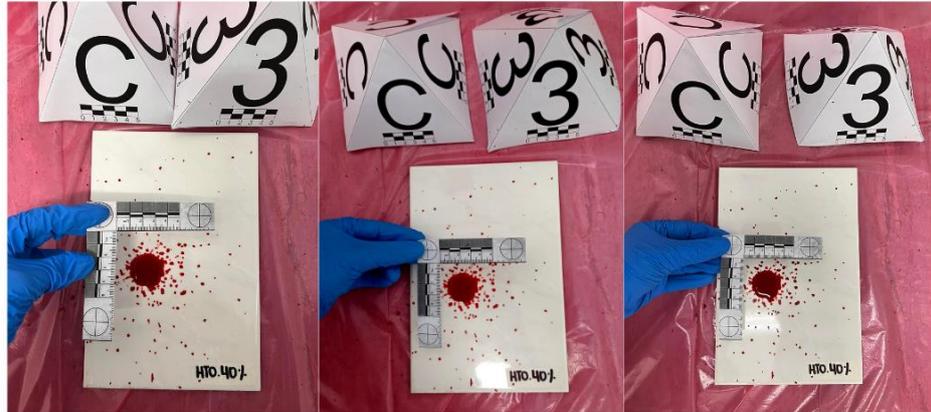
30 MINUTOS

TELA



MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C3 (HTO. 40%)

CERÁMICO

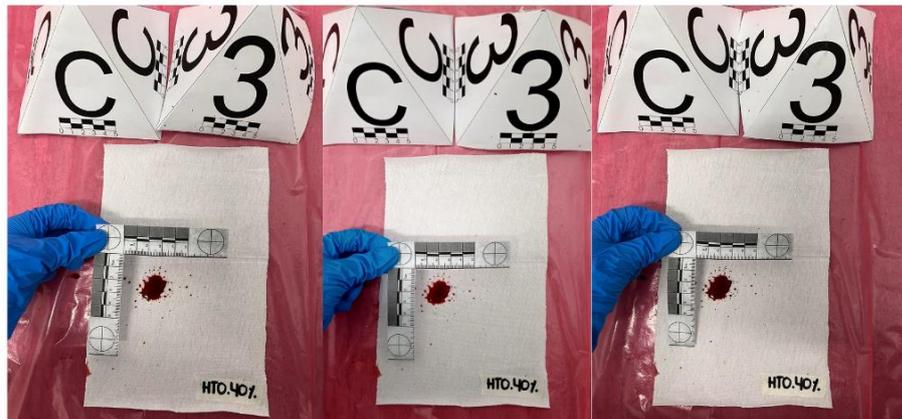


5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS

TELA



**MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C4 (HTO. 42%)**

**CERÁMICO**

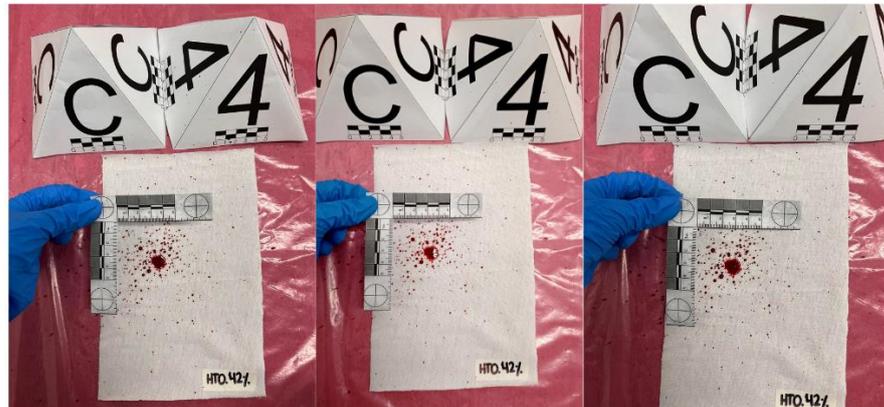


**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

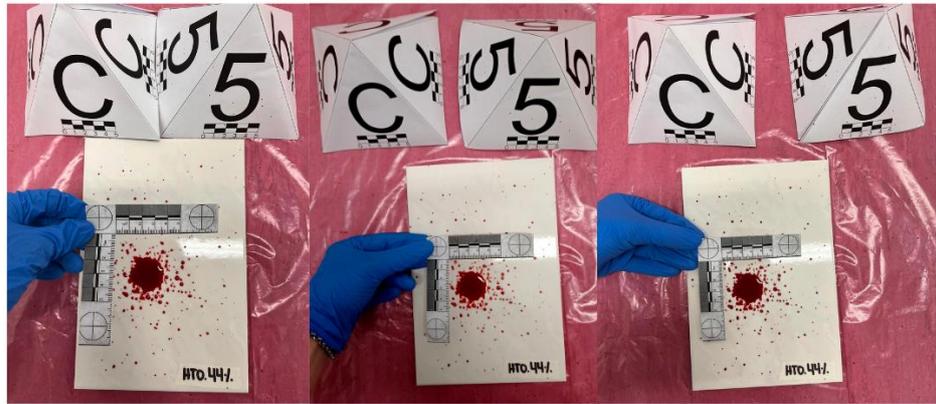
**30 MINUTOS**

**TELA**



**MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C5 (HTO. 44%)**

**CERÁMICO**

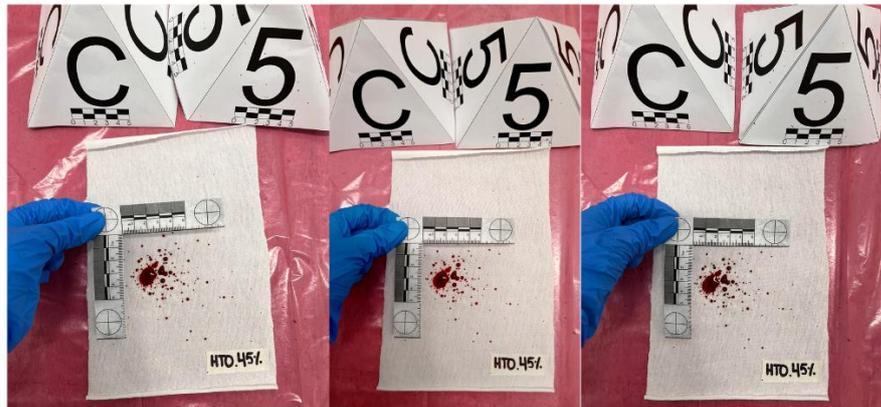


**5 MINUTOS**

**10 MINUTOS**

**30 MINUTOS**

**TELA**



MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C6 (HTO. 45%)

CERÁMICO

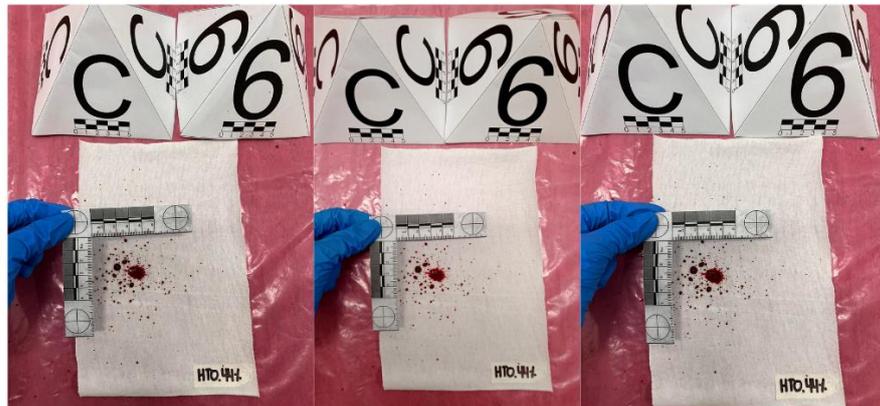


5 MINUTOS

10 MINUTOS

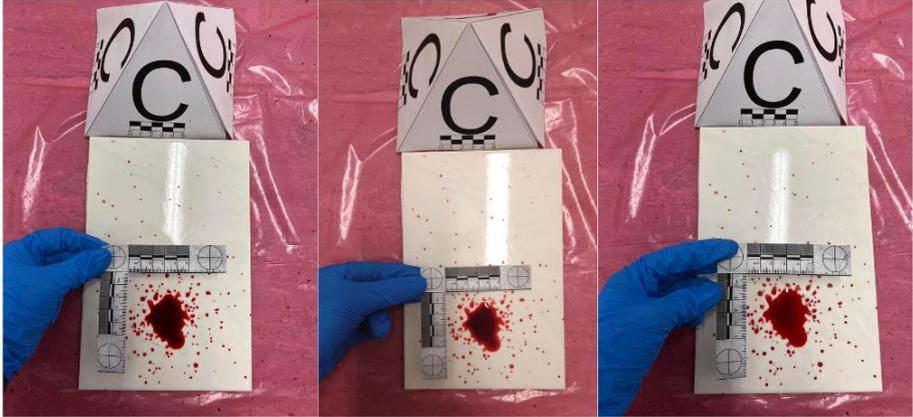
30 MINUTOS

TELA



MUESTRA SIN PATOLOGÍAS C (HTO. 35%)

CERÁMICO



5 MINUTOS

10 MINUTOS

30 MINUTOS