

Universidad del Aconcagua



Facultad de Psicología

Licenciatura en Criminalística

“Análisis Cromático y Morfológico de manchas de sangre”

“Estudio de las variaciones cromáticas y morfológicas que experimentan las manchas de sangre a través del tiempo en distintas superficies”

Autora:

TORRES, Eliana Analía.

Director:

Lic. CUELLO VIDELA, Osvaldo A.

Año 2012

HOJA DE EVALUACION

RESUMEN

“Estudio de las variaciones cromáticas y morfológicas que experimentan las manchas de sangre a través del tiempo en distintas superficies”

por Eliana Analía Torres.

La determinación de la antigüedad de máculas de sangre, es un interrogante presente con frecuencia en hechos delictuosos. Éstas expuestas a condiciones externas de humedad y temperatura, manifiestan una variación en cuanto a su color y aspecto, cuando ha pasado un determinado tiempo, dependiendo de los soportes donde hayan estado materializadas.

En la presente tesina, se realizó una investigación, la cual se basa en el estudio morfológico y cromático de las manchas de sangre en diversas superficies, y de qué manera influye el tiempo, en el cual se hallan expuestas.

Con motivo de acotar el tema de investigación se realizaron pruebas arrojando gotas de tejido hemático con agregado de anticoagulante, en un ángulo de 90° respecto del soporte, el volumen de cada gota fue determinado a través de un clac de suero que permitía que todas las gotas fueran semejantes, en consecuencia, las variables analizadas fueron el tipo de superficies y el tiempo de exposición de la manchas, estas dieron conclusiones sobre el comportamiento aleatorio en superficies y tiempo.

El aporte de la investigación a la Criminalística, consiste en una observación empírica de las influencias de los soportes y la aplicación de un método fácil y económico en el análisis de las manchas.

ABSTRACT

"Study of chromatic and morphological variations experienced by blood stains over time in different surfaces"

by Eliana Analía Torres.

The determination of the age of blood macules is a question often present in criminal acts. They exposed to the external conditions of humidity and temperature, show a variation in color and appearance, when it has passed a certain time, depending on the surfaces where they have been materialized.

In this thesis, we conducted an investigation, which is based on morphologic and color of bloodstains on various surfaces, and how it affects the time in which they are exposed.

To limit the subjected matter of investigation were tested throwing droplets hematic tissue with added anticoagulant, an angle of 90° to the bracket, the volume of each drop was determined via clack which allowed serum all drops were similar, therefore, the variables studied were the type of surfaces and the exposure time of the stains, These essays threw conclusions about the random behaviour of the blood macules in differents surfaces over time.

The contribution of research to Criminalistics, is an empirical observation of the influences of the brackets and the application of an easy and economical analysis of the spots.

INDICE

Título.....	2
Hoja de evaluación.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Índice.....	6
Agradecimientos.....	11
Dedicatorias.....	12
CAPITULO I Introducción.....	13
1. Problema de investigación.....	15
2. Justificación y Relevancia de la Investigación.....	16
2.1.- Justificación de la Labor.....	16
2.2.- Relevancia de la investigación.....	17
3. Objetivos del trabajo.....	17
3.1 Objetivos General.....	17
3.2.- Objetivos Específicos.....	17
4. Hipótesis de trabajo.....	18
CAPITULO II Marco Conceptual.....	19
1.- LA HEMATOLOGÍA FORENSE.....	19
1.1.- La Hematología Identificadora.....	19
1.1.1.- Data de una Mancha de Sangre.....	20
1.2.- La Hematología Reconstructora.	21
2.- La Sangre.....	21
2.2.- Coagulación.....	22
2.3. Anticoagulante.....	23
2.4.- La Sangre como Indicio.....	24
2.5.- Aspecto de las manchas.....	25
3.- LA FÍSICA APLICADA AL ESTUDIO DE MANCHAS DE SANGRE.....	26
3.1.- La Mecánica de fluidos.....	27
3.2.- Propiedades de los fluidos.....	27
3.2.1.- Densidad.....	27
3.2.2.- Gravedad.....	28
3.2.3.- Viscosidad.....	28
3.2.4.- Tensión Superficial.....	29
3.3.- Leyes Físicas de los Líquidos.....	30

3.3.1.- Fuerza de Cohesión.....	30
3.3.2.- Ley de Tate.....	31
CAPITULO III- Antecedentes.....	34
1. Antecedentes en el Campo de la Morfología Hematológica.....	34
2. Antecedentes en el Campo de la Química Hematológica.....	36
3. Otros Antecedentes y aportes disciplinarios.....	40
CAPITULO IV: Marco Teórico.....	44
1.- SOPORTES.....	49
1.1.- Variaciones de las Manchas en los diversos soportes.....	49
1.1.2.- Gráficos realizados por Juventino Montiel Sosa.....	49
1.1.3.- Experimentación realizada por el Dr. Mac Donell.....	51
1.2.- Soportes utilizados.....	53
1.2.1.- Cerámica.....	53
1.2.2.- Los Vidrios.....	54
1.2.2.2.- Fabricación de los vidrios.....	55
1.2.3.- Tierra.....	56
CAPITULO V- Metodología de la Investigación.....	59
1.- Tipo de Estudio.....	59
2.- Justificación Metodológica.....	59
3.- Descripción de la muestra.....	60
4.- Descripción de los Instrumentos.....	61
CAPITULO VI - Resultados	63
1.- Procedimiento de la Experimentación.....	63
2.- Variaciones Cromáticas.....	64
2.1.-Cerámica.....	64
2.2.- Vidrio.....	68
2.3.-Tierra.....	72
3.- Variaciones Morfológicas.....	74
3.1.-Cerámica.....	74
3.2.- Vidrio.....	79
3.3.- Tierra.....	83
4.- Evaluación de las Experiencias Realizadas.....	88

4.1.- Cuadro de comparación de muestras de sangre en cuanto a la variación Cromática.....	88
4.2.- Cuadro de comparación de muestras de sangre en cuanto a la variación Morfológica.....	90
5.- Aclaraciones.....	94
CAPITULO VII- Glosario.....	96
.	
CAPITULO VIII – Conclusiones	103
Bibliografía.....	106
Apéndice 1.....	109
Apéndice 2.....	110
Apéndice 3.....	117

Índice de Fotografías	
Foto 1- Muestra en Cerámica 1º día.	65
Foto 2- Muestra en Cerámica 2º día.	65
Foto 3- Muestra en Cerámica 2º día.	67
Foto 4- Muestra en Cerámica 3º día.	67
Foto 5- Muestra en Cerámica 30º día.	68
Foto 6- Muestra en Vidrio 1º día.	69
Foto 7- Muestra en Vidrio 2º día.	70
Foto 8- Muestra en Vidrio 5º día.	71
Foto 9- Muestra en Vidrio 30º día.	71
Foto 10- Muestra en Tierra día 1	72
Foto 11- Muestra en Tierra día 2	73

Foto 12- Muestra en Tierra día 30	73
Foto 13- Muestra en Cerámica día 1	74
Foto 14- Muestra en Cerámica día 2	75
Foto 15- Muestra en Cerámica día 2	75
Foto 16- Muestra en Cerámica día 20	76
Foto 17- Muestra en Cerámica día 25	77
Foto 18- Muestra en Vidrio día 1	79
Foto 19- Muestra en Vidrio día 2	80
Foto 20- Muestra en Vidrio día 2.	80
Foto 21- Muestra en Vidrio día 20	81
Foto 22- Muestra en Tierra 1 día	84
Foto 23- Muestra en Tierra día 2	84
Foto 24- Muestra en Tierra día 30	85

Índice de Imágenes	
Imagen 1	66
Imagen 2	69
Imagen 3	77
Imagen 4 - Día 1	78
Imagen 5 - Día 30	79
Imagen 6	81
Imagen 7 – Día 1	82
Imagen 8 – Día 30	83
Imagen 9	85

Imagen 10 - Día 1	86
Imagen 11 - Día 30	87

Índice de Ilustración Cromática de las Fotografías	
Foto 25- Muestra en Cerámica día 1	117
Foto 26- Muestra en Cerámica día 2	117
Foto 27- Muestra en Cerámica día 3	118
Foto 28- Muestra en Cerámica día 30	118
Foto 29- Muestra en Vidrio día 1	119
Foto 30- Muestra en Vidrio día 2	119
Foto 31- Muestra en Vidrio día 5	120
Foto 32- Muestra en Vidrio día 30	120
Foto 32 - Muestra en Tierra día 1	121
Foto 32 - Muestra en Tierra día 2	121
Foto 32 - Muestra en Tierra día 30	122

AGRADECIMIENTOS

A mi papá y a mi mamá, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, y el apoyo en todas mis decisiones siempre.

A Nicolás que me acompañó con este paso final de mi carrera, que me ayudó a no bajar los brazos y por estar siempre presente conmigo.

A mis amigas por el ánimo que continuamente me dieron.

Al Licenciado Osvaldo Cuello que me alentó constantemente para este último paso en la Universidad.

A todas las personas que me ayudaron incondicionalmente con el proceso de la Tesina.

DEDICATORIAS

A mis padres, quienes me dieron todo en la vida y me permitieron llegar a esta instancia.

A mi abuelo, que debe estar orgulloso por este logro.

A Nicolás, mi compañero en la vida y mi fortaleza.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

Las manchas de sangre son un indicio frecuentemente encontrado en cualquier tipo de hecho delictuoso. Las mismas, se consideran de interés a la hora de realizar estudios de aspectos físicos, químicos y serológicos.

A través de los estudios mencionados se puede establecer lo siguiente:

a) Participación de personas en el acto criminal, b) Determinar mediante un análisis toxicológico las causas de la muerte, c) Data de una mancha de sangre, d) La mecánica de producción de las heridas, e) Determinar si se trata de una muerte por suicidio, Homicidio o muerte natural, etc. entre otros elementos importantes para una investigación.

Conocer el tiempo transcurrido desde la aparición o impregnación de una mácula sanguínea en la escena del hecho hasta el hallazgo de la misma, es un dato de suma importancia, ya que teniendo en cuenta esta información se podría establecer la data de un suceso y así reconstruir históricamente el mismo.

Lo expuesto, ayuda a los profesionales en la materia, a la hora de elaborar una pericia, juntamente con otros indicios vinculados al hecho y de esta manera se realiza un aporte fundamental a la justicia, con lo cual se puede esclarecer un hecho delictuoso.

La investigación científica de sangre en Argentina, ha tenido gran importancia debido al gran número de delitos en diferentes modalidades, estas

investigaciones son un posible componente para la solución de casos criminales.

El estudio de este tipo de fluidos, aporta información fundamental para la interpretación de los sucesos que rodean un crimen. Resulta relevante para la ciencia criminalística el examen de la antigüedad de las manchas de sangre a la hora de la reconstrucción histórica de un hecho.

Con esta investigación se pretende aportar información que ayude a identificar por su aspecto externo, la antigüedad de una mancha sanguínea en distintas superficies, desde la fecha aproximada de su producción hasta el momento que interviene el investigador, para aportar a la Justicia resultados acogidos en los estrados judiciales y reconociendo que puede constituirse como un medio de prueba más para la investigación criminal, lo que permitirá arribar a la verdad real tan anhelada por la Criminalística, pruebas que sean realizadas con técnicas robustas y de altos parámetros de calidad que soporten las mas dura controversia jurídica.

Se pretende con esta investigación, determinar si es posible establecer patrones de comparación uniformes; que sean útiles en la investigación criminalística; para determinar la antigüedad de una gota o una mancha de sangre en base al estudio comparativo de su forma y color.

Si las variaciones que se observen permiten establecer un patrón de comportamiento uniforme a través del tiempo, esto permitiría al perito (en un caso concreto) realizar experiencias comparativas para determinar la antigüedad de una mancha.

1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

En la provincia de Mendoza la determinación de la antigüedad de una mancha de sangre de acuerdo al aspecto externo de la misma en función del tiempo, no es una técnica que se aplique con frecuencia sobre los indicios colectados en la escena de un crimen, ya que no existen parámetros de comparación al respecto.

En forma paralela, los organismos encargados de administrar justicia plantean con relativa frecuencia si las máculas sanguíneas encontradas en el escenario de un hecho corresponden al momento del hecho o estaban presentes antes o después de producido el mismo.

Aparecen en consecuencia algunos de los interrogantes de esta investigación: ¿Qué variaciones sufren las manchas de sangre en cuanto a su aspecto externo (color y forma) en un tiempo determinado?, y si ¿Influyen en esas variaciones la superficie donde éstas se depositan?

Es por ello que a través de esta investigación se intenta determinar si dichas variaciones responden a una regla general (uniformidad), que permita concluir de manera correcta la data de las manchas presentes en un hecho, ya que las mismas, forman parte de los testigos mudos a la hora de la reconstrucción del mismo. El tiempo en que se originaron según la superficie que las contenga será un aporte a la Ciencia Criminalística y servirá para futuras investigaciones.

2.- JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.- Justificación de la Labor.

En muchos casos de peritajes realizados en el escenario de un hecho delictuoso, donde se encuentren indicios de sangre, puede ser fundamental saber el tiempo transcurrido desde que estas se produjeron. Esto puede ayudar a determinar con poco margen de error el momento en que se sucedieron los acontecimientos.

Por lo tanto la importancia del trabajo de investigación radica en determinar de qué manera influye el paso del tiempo sobre una mancha de líquido hemoglobínico en diversos soportes, y de esta forma, poder establecer patrones de comparación que ayudarán al perito a determinar la data de una mancha de sangre.

Si se establece que una mancha sanguínea sufre cambios con carácter uniforme en cuanto a color y forma, al perito le será posible conocer a través de esta investigación, de forma aproximada su data y de esta forma demostrar cuando una mancha se originó en la escena del hecho, es decir, de acuerdo a estas variables se podrá determinar la antigüedad de la misma.

En la provincia de Mendoza muchas veces se reciben pericias en las cuales se solicita el estudio de la antigüedad de manchas de sangre, que no se realiza por conocimientos insuficientes sobre el tema, además por no contar con patrones de comparación que ayuden al estudio en cuestión, motivo de esta tesina.

2.2.- Relevancia de la Investigación.

Si a través de la investigación es posible establecer de manera más o menos uniforme patrones de variación en cuanto al color y forma de una mancha de sangre, y además se logra determinar que dichos cambios son distintos de acuerdo al soporte que las contiene, sería posible realizar tablas que nos indiquen de acuerdo a estas variables la antigüedad de este tipo de máculas.

3.- OBJETIVOS DEL TRABAJO.

3.1.- Objetivo General:

Establecer la data de una mancha de sangre con anticoagulante en diferentes soportes.

3.2. Objetivos Específicos:

Determinar si la forma de las manchas de sangre con anticoagulante varían en función del soporte donde caen (vidrio, cerámica y tierra)

Establecer las variaciones morfológicas que experimentan las manchas de sangre con anticoagulante a través del tiempo en los diversos soportes.

Establecer si las manchas de sangre con agregado de anticoagulante sufren variaciones cromáticas a través del tiempo en las distintas superficies.

Determinar si dichas variaciones son uniformes en diferentes muestras, de modo que permitan determinar su data en función de la forma y el color.

4.- HIPÓTESIS.

“Si las manchas de sangre con anticoagulante, depositadas en distintas superficies sufren variaciones cromáticas y morfológicas uniformes a través del tiempo, entonces es posible determinar su antigüedad.”

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

A continuación serán volcados distintos conceptos fundamentales, los cuales se consideran importantes para poder estudiar el comportamiento de las manchas de sangre, su composición y consecuentemente sus características particulares.

1.- HEMATOLOGÍA FORENSE.

En la mayoría de los casos el investigador encontrará el indicio “sangre”, sobre todo cuando ha habido violencia y la víctima o el victimario han sangrado y su estudio le corresponde a la química forense, debido a su amplitud identificatoria a la hora de esclarecer un hecho.

Desde el punto de vista criminalístico la sangre es estudiada por la hematología forense, la cual se divide en: morfología, serología y bioquímica. (Matthew E. Johlt. 2008)

La hematología forense comprende dos ramas las que serán brevemente explicadas a continuación:

1.1.- Hematología Identificadora.

Es la rama de la hematología forense que se ocupa de identificar sangre.

Los procedimientos empleados están destinados a investigar si es sangre, a qué especie pertenece y en lo posible su individualización. El trabajo policial (pericial) se ve frecuentemente solicitado a determinar en los delitos contra las personas, manchas sospechosas de sangre.

Su aspecto macroscópico induce frecuentemente a error, siendo necesario recurrir a las pruebas de laboratorio para obtener el resultado verdadero.

Las muestras sospechosas de líquido hemático, puede ser fresca o antigua, sólida o líquida, pura o mezclada o aparecer en diferentes soportes. Circunstancias tan variadas exigen del laboratorio especializado el empleo de técnicas adecuadas condicionadas a la naturaleza, cantidad, antigüedad, etc., de la muestra a dubitar.

Con la muestra sospechosa se procede en el laboratorio a verificar, mediante pruebas de orientación y de certidumbre, la naturaleza de una mancha.

Los principales temas que el laboratorio de criminalística debe resolver con respecto a las manchas de sangre son seis, a continuación se explicará solo uno de ellos, el cual está relacionado estrechamente con la presente investigación:

1.1.1.- Data de una mancha de sangre:

La antigüedad de una mancha sanguínea sólo puede establecerse con grandes márgenes de error. Si bien con el tiempo las manchas de sangre cambian de color, y esto se usa para realizar una conclusión estimativa, también hay técnicas y métodos químicos que se realizan para poder determinar data de una mancha de manera orientativa.

1.2.- La Hematología Reconstructora.

La hematología reconstructora se ocupa de la determinación e interpretación del mecanismo de producción de las máculas. Cada mecanismo de producción tiene imágenes sanguíneas propias que se ven alteradas cualquiera sea el factor que las produce por las características propias del soporte.

A través del estudio meticuloso de las imágenes (morfología de las manchas) se podrá obtener una información precisa de la forma en que se han producido los hechos. Se podrá determinar posición de la víctima y del agresor, los movimientos realizados en el sitio de suceso, características del traumatismo y violencia empleada, intensidad del traumatismo, arma empleada, movimientos ejecutados con ella, incluso señalar aproximadamente o descartar al autor del delito.

Las etapas fundamentales de la investigación se aplican a los rastreos hemáticos tanto en recintos cerrados como abiertos.

2.- LA SANGRE

Este fluido orgánico es una de las diversas especialidades que tiene la ciencia forense. Es el indicio más importante a la hora del esclarecimiento de un hecho y el más frecuente, éste cuando se encuentra debe ser cuidadosamente estudiado. Su uso como medio de prueba no es desconocido, sin embargo su nivel de importancia ha sido elevado por la ciencia.

La sangre es un tejido fluido que posee un color rojo característico, debido a que dentro de los glóbulos rojos (eritrocitos) hay un pigmento llamado "hemo", que se une a una proteína, la "globina" y forman la hemoglobina, esta es la encargada de transportar el oxígeno y se transforma en oxihemoglobina, lo que proporciona la coloración rojo brillante en la sangre arterial y rojo cereza a la venosa, empero, debido a un efecto óptico causado por la forma en que la luz penetra a través de la piel, las venas se ven de un color azul. Impulsada por el corazón, este líquido, circula por los vasos sanguíneos del cuerpo de las personas, transportando además del oxígeno, alimentos y productos de desecho; está formada por el plasma, que lleva el agua y sustancias en disolución, y por las células sanguíneas; ésta hace de intermediaria entre los elementos anatómicos y el medio exterior.

Los elementos formales representados por células, se agrupan por glóbulos blancos o leucocitos y derivados celulares representados por los glóbulos rojos y las plaquetas. Constituyen alrededor del 45% de la sangre. Tal magnitud porcentual se conoce con el nombre de hematocrito (fracción "celular"), atribuible casi en totalidad a la masa eritrocitaria. El restante 55% está representado por el plasma sanguíneo (fracción acelular).

Representa aproximadamente el 7% del peso de un cuerpo humano promedio. Así, se considera que un adulto tiene un volumen de sangre de aproximadamente de cinco litros, de los cuales 2.7 – 3 litros son plasma sanguíneo.

2.2.- Coagulación

Otro aspecto importante a tener en cuenta en esta investigación es la coagulación; es un proceso enzimático, donde la sangre, cuando sale de los vasos se vuelve viscosa y toma luego una consistencia sólida, esto se debe a que el fibrinógeno que es una sustancia presente en el plasma, que se encuentra en solución se transforma en un sólido, llamado fibrina.

Luego de la coagulación se observa la modificación del coágulo, y se traza entonces un líquido amarillo, el suero sanguíneo. Al microscopio se observa que el coágulo está formado por una red de finos filamentos de fibrina, que encierra a los glóbulos rojos y blancos, y por suero sanguíneo; al constituirse esta red se adhieren también las plaquetas.

El papel de la coagulación es muy importante por ser un mecanismo de defensa, ya que interviene en la detención de hemorragias, pues obstruye vasos abiertos y evita así que el organismo se desangre. En condiciones normales, tiene la misión concreta de limitar, hasta detenerlas, las pérdidas de sangre debidas a eventuales lesiones de los vasos sanguíneos.

La coagulación total se produce entre 9 y 12 minutos aproximadamente, y va a depender de cada organismo, del sexo, si la persona está medicada, etc.

2.3.- Anticoagulante

Para esta investigación se utilizó un compuesto denominado EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) o sal disódica, dipotásica o tripotásica del ácido etilendiaminotetraacético, lo cual facilitó el estudio para poder trabajar de manera holgada para impedir la formación de coágulos, lo que no permitiría el paso de la sangre por el clac de suero.

Esta sustancia actúa mediante un efecto quelante sobre el ion calcio (Ca^{2+}), lo que impide la formación de los complejos procoagulantes en los que este ion participa. Este anticoagulante se utiliza fundamentalmente para la realización de recuentos celulares, sobre todo en autoanalizador. Tiene la ventaja de permitir la realización del hematocrito y de frotis sanguíneo hasta dos horas después de la extracción de la muestra. También impide la aglutinación de las plaquetas.

Su acción frente al líquido hemático, produce un retraso en el secado del mismo, es decir que la sangre que contenga EDTA, o cualquier otro anticoagulante, secará más tarde de la que no lo contenga.

2.4.- La Sangre como Indicio.

En un determinado lugar, en el cual se observen manchas sanguíneas, cabe suponer que ha sido lastimada, herida o muerta una persona o animal cualquiera. Para todos los casos se deben tomar ciertas precauciones, las cuales exige rigurosamente la Criminalística. (JUAN, H. 2002).

La búsqueda de estos indicios en el lugar de un crimen, debe realizarse sobre muebles, ropas de cadáveres, paredes, pisos, techos (salpicas por proyección), ventanas, puertas u objetos diversos del lugar, ya que todas estas superficies orientan al perito y sirven para establecer como acontecieron los hechos. Los diversos objetos embebidos con tejido hemático, deberán ser remitidos al laboratorio para su análisis y para determinar si se trata de sangre humana o de origen animal, o de sustancias colorantes o semejantes a este líquido.

La morfología, cromaticidad, la dimensión y la distribución de las manchas sanguíneas encontradas en el escenario de un hecho, permiten tener un panorama del desarrollo del acto criminal, como así también el modo en que se produjeron las heridas.

Generalmente las manchas son visibles a simple vista, pero muy a menudo el rastro es tenue e imperceptible, estos son posiblemente los más importantes que otros de apariencia llamativa.

En los sitios de suceso abiertos, especialmente caminos polvorientos, la sangre se busca soplando ligeramente los sitios sospechosos, aparecerá entonces la mancha de sangre bajo el polvo. Se incluye también el rastreo en arbustos, pasto, rocas, hojas, etc.

Se debe prestar atención ya que en muchas oportunidades el sitio del suceso, puede haber sido lavado, pero nadie presta atención a ciertos espacios donde puede haber este tipo de sustancia y, por lo tanto, no son lavados.

El investigador policial auxiliado del médico criminalista debe establecer si existe realmente una relación entre la cantidad de sangre que se encuentra en el sitio de suceso y las lesiones del cadáver.

Las formas de las manchas y su distribución, dan en general una completa información sobre las circunstancias del hecho.

Para estudiarlas debemos recurrir a la hematología forense

2.5.- Aspecto de las Manchas.

Este varía con la edad y el soporte sobre el que recaen. En los tejidos absorbentes y claros las manchas presentan un color rojo oscuro, que con el paso del tiempo tienden a ennegrecerse más.

En los tejidos oscuros las manchas se visualizan mal, por lo que se debe utilizar el reactivo de luminol para hacerlas aparentes.

Cuando la mancha asienta sobre un soporte no absorbente, forma costras con aspectos de escamas brillantes o agujas. Si la sangre es reciente, las escamas son rojas, aunque el color obedece, con independencia de la edad, del espesor de la costra; a menor dimensión, el rojo es más acusado. Con el tiempo las costras se van tornando más oscuras.

3.- LA FÍSICA APLICADA AL ESTUDIO DE MANCHAS DE SANGRE.

La física es una ciencia natural que estudia las propiedades del espacio, el tiempo, la materia y la energía, así como sus interacciones. Es una ciencia teórica y experimental, busca que sus conclusiones puedan ser verificables mediante experimentos y que la teoría pueda realizar predicciones de experimentos futuros.

La física en su búsqueda de describir la verdad última de la naturaleza, tiene varias bifurcaciones, las cuales podrían agruparse en cinco teorías principales:

- la *mecánica clásica*, describe el movimiento macroscópico;
- el *electromagnetismo*, describe los fenómenos electromagnéticos de la luz;
- la *relatividad*, describe el espacio-tiempo y la interacción gravitatoria;
- la *termodinámica*, describe los fenómenos moleculares y el intercambio de calor, y finalmente;
- la *mecánica cuántica*, describe el comportamiento del mundo atómico.

Lo que nos interesa de la física para este trabajo de investigación son la mecánica clásica y la termodinámica; dentro de la primera se ubica la mecánica de fluidos la cual es definida y explicada a continuación. La termodinámica estudia los efectos de los cambios de la temperatura, presión y volumen de los sistemas a un nivel macroscópico.

3.1.- La Mecánica de fluidos.

Es una rama de la física que estudia el movimiento de fluidos (gases y líquidos) así como las fuerzas que los provocan. La característica fundamental que describe a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes, esto es el porqué de que carezcan de forma definida. También estudia las interacciones entre fluidos y el contorno que lo limita. (TORQUEMADA, I. 2005)

La mecánica de fluidos se basa principalmente en la hipótesis fundamental la cual se denomina “hipótesis del medio continuo”, esta considera que el fluido es continuo a lo largo del espacio que ocupa, ignorando por tanto su estructura molecular y las discontinuidades asociadas a esta. Con esta hipótesis se puede considerar que las propiedades del fluido (densidad, temperatura, etc.) son funciones continuas.

3.2.- Propiedades de los fluidos:

Las propiedades de los fluidos son varias, pero las que nos interesan en el tema de investigación son las que a continuación se definen con relación a la sangre.

Una vez que el tejido hemático ha dejado el organismo en donde se comportaba como un líquido, empieza a tomar una consistencia sólida. Es en éste momento en dónde se aplican las diferentes propiedades de los fluidos.

3.2.1.- Densidad.

En primera instancia la que más nos interesa es la *densidad* o bien llamado peso específico, ésta es una propiedad o atributo para cada sustancia.

Entonces la densidad es la masa (elementos formes) de un volumen determinado y generalmente se expresa en gramos por mililitros. Esta se encuentra muy relacionada con la coagulación de la sangre, ya que a mayor densidad más rápida es su coagulación, de lo contrario el proceso de coagulación sería mucho más lento.

3.2.2.- Gravedad:

Otra es la *fuerza de gravedad*, que actúa sobre la sangre (sin la influencia del cuerpo) tan pronto sale del cuerpo. Esta fuerza es un fenómeno por el cual todos los objetos con una masa determinada se atraen entre ellos, esta atracción depende de la cantidad de sangre en cuestión; mientras más cantidad, mayor será la fuerza de atracción.

La caída libre es otro aspecto a tener en cuenta, ya que es el movimiento que se debe únicamente a la influencia de la gravedad. Todos los cuerpos con este tipo de movimiento tienen una aceleración dirigida hacia abajo cuyo valor depende del lugar en el que se encuentren. En la Tierra este valor es de aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$, es decir que los cuerpos dejados en caída libre aumentan su velocidad (hacia abajo) en $9,8 \text{ m/s}$ cada segundo, en la caída libre no se tiene en cuenta la resistencia del aire.

3.2.3.- Viscosidad:

También tenemos la *viscosidad*, definida como la cantidad de fricción interna en el fluido. Esta se describe como la resistencia de un líquido a fluir y se relaciona con las fuerzas intermoleculares de atracción y con el tamaño y forma de las partículas que lo constituyen. Se dice que a mayor viscosidad, menor fluidez y viceversa. La viscosidad puede medirse tomando en cuenta el

tiempo que transcurre cuando cierta cantidad de un líquido fluye a través de un delgado tubo, bajo la fuerza de la gravedad.

3.2.4.- Tensión Superficial

Y por último tenemos la *tensión superficial* de un líquido, en donde cada molécula se desplaza siempre bajo influencias de sus moléculas vecinas. Una molécula cerca del centro del líquido, experimenta el efecto de que sus vecinas la atraen casi en la misma magnitud en todas direcciones. Sin embargo, una molécula en la superficie del líquido no está íntegramente rodeado por otras y, sólo experimenta la atracción de aquellas moléculas que están por abajo y a los lados. Por lo tanto la tensión superficial actúa en un líquido perpendicular a cualquier línea de 1 cm de longitud en la superficie del mismo. Entonces, la tensión superficial es la fuerza que da la capacidad de la sangre para mantener su forma.

La tensión superficial se la define como la razón de fuerza superficial a la longitud, la cual opera perpendicular a la fuerza o a lo largo de la cual actúa. Cuando una superficie es sometida a tensión se contrae hasta ocupar el área mínima compatible con los límites de la superficie y con las diferencias de presiones en las caras opuestas de las mismas, esto es lo que origina la forma esférica de una gota. (TORQUEMADA. Op.cit.)

La tensión superficial depende de la naturaleza del líquido, del medio que lo rodea y de la temperatura. En general, la tensión superficial disminuye con la temperatura, ya que las fuerzas de cohesión disminuyen al aumentar la agitación térmica. La influencia del medio exterior hace que las moléculas del de éste, ejerzan acciones atractivas sobre las moléculas situadas en la superficie del líquido, contrarrestando las acciones de las moléculas del mismo.

Estas propiedades son explicadas para poder comprender cuáles son los factores más importantes que se originan en la producción de una mancha de sangre.

3.3.- Leyes Físicas de los Líquidos

El Licenciado Ignacio Torquemada expresó en su Tesis de Grado, sobre el estudio de las leyes físicas vinculadas a las manchas de sangre, lo cual estaba sustentado por el Sargento Tom Bevel del Departamento de Policía de Oklahoma City, Oklahoma EE.UU, de donde se extrae lo siguiente:

3.3.1.- Fuerza de Cohesión

Debido a la atracción molecular denominada “Fuerza de Cohesión”, una gota de sangre se mantiene unida por una película similar a un globo, dicha película es en realidad la tensión de superficie, o una cobertura exterior de la gota. Este principio es similar al de una hoja de afeitar que flota en el agua si se la coloca cuidadosamente sobre la superficie y queda entonces sostenida por la película superficial del agua que ha permanecido intacta.

No obstante, si la hoja de afeitar se toma por el borde o se coloca en el agua, su borde afilado cortará la capa o tensión superficial, y la hoja se hundirá. En consecuencia, la fuerza de cohesión o la tensión superficial hacen que una gota tenga forma circular al caer libremente y que sea resistente a la ruptura incluso al chocar con un obstáculo. Una gota no se dividirá o no se romperá al caer sobre una superficie totalmente lisa y limpia. Sin embargo, al tratarse de una superficie áspera o debido a la intervención de otra fuerza o energía, este principio pierde validez.

Remitiéndonos a Guzmán, en su libro “Manual de Criminalística”, indica lo que son las leyes de la física respecto de los fluidos “...*Debido a una atracción molecular denominada “Fuerza de Cohesión”, una gota de sangre conserva su forma como si tuviera una cobertura similar a la de un globo. En realidad esa cobertura está dada por la tensión superficial, principio que puede aplicarse en otros líquidos como por ejemplo el agua...*” (GUZMÁN, C. 1997)

De lo expuesto, por estos dos investigadores, expresamos que el análisis de manchas de sangre tiene su fundamento en la física y en la aplicación de leyes en lo que respecta a la formación de gotas y como estas se rompen cuando asientan en distintas superficies.

A continuación, se explica cuál es el proceso de la formación de la mancha, desde que abandona el cuerpo, hasta que impacta contra una superficie.

Cuando la sangre abandona el cuerpo debido a la acción de una fuerza o varias, se forma la gota e igualmente es acelerada.

Producto de la gravedad, la gota se empieza a acelerar hacia abajo, impactando contra el piso o alguna superficie que se interponga en su camino. Mientras la gota se encuentra en vuelo está unida por medio de la tensión superficial, y esta tensión de superficie causada por las fuerzas atractivas intermoleculares hace de “membrana elástica”, este fenómeno sirve para mantener la gota unida en la caída, cuando esta impacta sobre una superficie se producirá una deformación que romperá la tensión de superficie; mientras más áspera sea la textura del soporte, mayor será la ruptura de la gota, originando que la misma se “abra” en gotas más pequeñas hacia arriba.

3.3.2.- Ley de Tate:

La interacción entre las moléculas que forman la superficie de un fluido y las de su interior genera una fuerza neta que se opone al aumento de su superficie y hace que ésta se presente como una membrana elástica resistente a la ruptura.

Como consecuencia de la tensión superficial, los líquidos que fluyen a través de los capilares salen en forma de gotas. Las gotas al formarse son esféricas, ya que la tensión superficial tiende a hacer mínima la superficie y, de todos los poliedros de igual volumen, la esfera es el que menos superficie presenta.

La ley de Tate es un método bastante antiguo (1864), el cual se utiliza para determinar el volumen de una gota. Esta ley indica que el tamaño de una gota está determinado por la tensión superficial del líquido en cuestión, el diámetro del orificio de salida por el cual pase el líquido y la aceleración que posea el mismo.

Una gota se desprende del tubo en el instante en el que su peso iguala a las fuerzas de tensión superficial que la sostiene y que actúan a lo largo de la circunferencia de contacto con el tubo. Debido a que la gota no se rompe justo en el extremo del tubo, sino más abajo donde presenta menor diámetro y que no hay seguridad de que el líquido situado entre estos niveles sea arrastrado por la gota, la fórmula a emplear es: $P = k2ry$

Siendo P el peso de la gota, y k un coeficiente de contracción que se ha de determinar experimentalmente.

Esta es la denominada ley de Tate, el peso de la gota es proporcional al radio del tubo r y a la tensión superficial del líquido.

La aplicación de esta ley nos permite realizar medidas relativas de la tensión superficial. Sabiendo la tensión superficial del agua destilada, usándolo como líquido de referencia (0,0728 N/m), podemos medir la tensión superficial del líquido problema. (TORQUEMADA. Op.cit.)

Hasta ahora podemos distinguir que para el estudio de las manchas de sangre y para la determinación de las variaciones que se producen en el tiempo en cuanto a su aspecto (color y forma) es necesario tener en cuenta las distintas disciplinas que auxilian a la Ciencia Criminalística como lo es la física, la química y la scopometría.

La física aporta sus conocimientos en cuanto al estudio de los fluidos. La química auxilia a la Criminalística en relación a los componentes, las variaciones y el estudio en el laboratorio de la sangre para la identificación o individualización de una persona, su data, etc., y la scopometría contribuye para el correcto y adecuado relevamiento de los indicios en el lugar del hecho,

mediante métodos que no pongan en duda como sucedieron los mismos.

Ahora bien, una forma de asegurar una investigación de manera adecuada es fijando el lugar del hecho, para no caer en errores a la hora de la reconstrucción del suceso, la fotografía, la planimetría y la video filmación son algunas de las herramientas para lograr que esta fijación se realice de forma apropiada.

CAPITULO III

ANTECEDENTES.

Existen diversos estudios que tratan sobre humor sanguíneo en la ciencia Criminalística, cuyo campo le corresponde a la hematología forense.

A la primera de ellas le corresponde el estudio de la forma que presentan las máculas, y nos permite reconstruir la mecánica de producción de las mismas y constituye la base del estudio de la hematología forense reestructuradora que estudia su mecanismo de producción, su forma, extensión, situación, cantidad y orientación, su tamaño, color y aspecto.

Muchas investigaciones correspondientes a ésta rama de la hematología se ocupan de estudiar cómo se originó una mancha, pero muy pocos de ellos tratan de establecer la antigüedad de la misma en base al color y la forma que éstas puedan presentar.

Como antecedentes más recientes de investigaciones, en el campo de la hematología forense, podemos citar algunos estudios llevados a cabo en la Universidad del Aconcagua conforme a continuación se citan.

1.- ANTECEDENTES EN EL CAMPO DE LA MORFOLOGÍA HEMATOLÓGICA.

En el año 2005, el licenciado Ignacio Agustín Torquemada, presenta su tesina de grado titulada "*Estudio morfológico de manchas de sangre por goteo estático*".

En este trabajo se investigó de qué manera influye la textura superficial del soporte en donde asienta una gota de sangre y como esta afecta a la morfología de la misma y afirma que “...normalmente se cree que el grado de salpicadura es influenciado por la altura sin tener en consideración el soporte donde ha impactado la gota, lo cual, es de gran utilidad al momento de realizar una reconstrucción...” (TORQUEMADA, I. 2005)

Torquemada propone un método para analizar las manchas el cual debe ser utilizado en iguales condiciones que las empleadas en su investigación para estudiar salpicas sanguíneas por goteo estático, donde realizó ensayos utilizando un mecanismo de fabricación propia con un sistema idéntico al goteo quirúrgico y el volumen de las gotas “...fueron reguladas a través de un “clac” que posee una guía de suero, para poder evitar el factor humano, y que el goteo se produjera de manera automática...” (TORQUEMADA. Op.cit.)

Torquemada sostiene que la morfología de las máculas varían en función del soporte donde caen y entre la bibliografía consultada cita la obra “*Nociones de Criminalística e investigación criminal*”, de Gaspar, diciendo: “...las características macroscópicas (que se reconocen a simple vista, sin necesidad de microscopio) de las manchas de sangre varían según el soporte que las contenga, así como también por el ambiente físico en donde se hallaren, pudiendo incidir en ello la luz, temperatura, humedad, etc...” (GASPAR GASPAR, “*Nociones de Criminalística e investigación criminal*”. Citado por TORQUEMADA Op.cit.)

También señala, con relación al aspecto externo y color de las manchas, que hay que tener en cuenta la observación sobre telas, siendo estas fácilmente identificables debido a que resaltan y producen una sensación de rigidez al tacto, cuando la gota golpea géneros de lana quedan manchas con forma de gotas similares al lacre, en soportes que son fácilmente impregnables como lo es la seda, poseen una mala conservación y “...cambian de aspecto con rapidez, este fenómeno se produce también con maderas y papeles, variando según la porosidad del soporte, finalmente sobre metales y vidrios el

autor indica que pueden no tener el color característico de la sangre pero conservan un brillo especial...” (TORQUEMADA I. Op.cit.)

En esta investigación se empleó un dispositivo similar al utilizado por el Licenciado Torquemada en sus experiencias, como así también el clac de suero para que las gotas fueran arrojadas sin la influencia humana, a 90° y todas ellas equivalentes para su posterior estudio.

Este antecedente resulta importante, por cuanto ya nos adelanta de estudios realizados donde se evidencia que el soporte tiene influencia en la morfología de la gota de líquido sanguíneo cuando cae sobre un material poroso o no, con distintas características de absorción, o de color característico. En este aspecto coinciden sus afirmaciones y las de Gaspar con estudios realizados por el Dr. Mc Donell de los Estados Unidos que más adelante señalaremos.

2.- ANTECEDENTES EN EL CAMPO DE LA QUÍMICA HEMATOLÓGICA.

Por otra parte la Licenciada Aimé Martín en el año 2009 realizó su tesina de grado denominada “*Estudio de Manchas de Sangre sobre Tela de Raso*”, con el fin de determinar cómo influye la temperatura en la difusión del ión cloruro para la datación de una mancha de sangre sobre tela de raso y conocer el tiempo transcurrido desde la ejecución de este tipo de mancha hasta que la misma es hallada.

Su estudio relacionado con la determinación de la antigüedad de una mácula aporta información fundamental para la interpretación de los sucesos que rodean un crimen por cuanto resulta relevante para la Ciencia

Criminalística el estudio su antigüedad a la hora de la reconstrucción histórica de un hecho.

En su investigación, relacionada con el color de una mancha de sangre, aclara que *“...La sangre es un tejido fluido que posee un color rojo característico, debido a la presencia del pigmento hemoglobínico contenido en los eritrocitos...”* (MARTIN A. 2009)

Con relación al aspecto de una gota de sangre, la Licenciada Martín, explica que *“...La coagulación es un proceso enzimático, donde la sangre, cuando sale de los vasos se vuelve viscosa y toma luego una consistencia sólida, esto se debe a que el fibrinógeno que es una sustancia presente en el plasma, que se encuentra en solución se transforma en un sólido, llamado fibrina...”* Luego de la coagulación de la sangre o el plasma se observa la modificación del coágulo, y se traza entonces un líquido amarillo, el suero sanguíneo. (MARTIN A. Op.cit)

En su investigación también explica que la coagulación total se produce entre 9 y 12 minutos y donde intervienen varias sustancias como el fibrinógeno (sustancia que coagula por acción de la trombina, transformándose en fibrina) el cual se origina en el hígado. La trombina (que coagula las soluciones de fibrinógeno y durante la coagulación se forma a expensas de la protrombina, aumentando la velocidad de coagulación. Y por último la protrombina (que no coagula al fibrinógeno sino que necesita la presencia del ión calcio y sustancias que hay en las plaquetas y en el plasma que la transforman en trombina. Se forma en el hígado y este necesita la presencia fundamental de la vitamina K. (MARTIN A. 2009)

Estos detalles nos interesan ya que la coagulación es uno de los factores que determinarán el cambio de forma y apariencia de una mancha, según vamos a estudiar en nuestra investigación.

Con relación al aspecto de las manchas, afirma que varía con la edad (antigüedad o data) y el soporte sobre el que recaen. *“...En los tejidos*

absorbentes y claros las manchas presentan un color rojo oscuro, que con el paso del tiempo tienden a ennegrecerse más... Cuando la mancha asienta sobre un soporte no absorbente, forma costras con aspectos de escamas brillantes o agujas. Si la sangre es reciente, las escamas son rojas, aunque el color obedece, con independencia de la edad, del espesor de la costra; a menor dimensión, el rojo es más acusado. Con el tiempo las costras se van haciendo más oscuras... (MARTIN A. Op.cit.)

Por último la Licencia Florencia Barbagallo, realizó un estudio sobre “Antigüedad de Manchas de Sangre” en el año 2010, correspondiente a su tesina de grado titulada “*Influencia de la Temperatura para la Datación de una Mancha de Sangre sobre Tela de Lienzo*”, donde afirma que “...Las manchas de sangre tienen color y aspecto diferente, según el tiempo que lleven expuestas, el soporte donde hayan estado, y las condiciones externas de humedad y temperatura...” (BARBAGALLO F. 2010).

Nos dice que conocer el tiempo transcurrido desde la ejecución de una mancha de sangre hasta el hallazgo de la misma, es un dato de suma importancia, ya que teniendo en cuenta esta información se podría establecer la data de un suceso y así reconstruir históricamente el mismo. Lo anterior, ayuda al perito a la hora de elaborar su pericia, y de esta manera se realiza un aporte fundamental a la justicia con el que se pueda esclarecer un hecho delictuoso buscando llegar a la verdad real que tanto anhela la Criminalística. (BARBAGALLO Op.cit.)

La licenciada Barbagallo, afirma en su investigación que actualmente, en la Provincia de Mendoza, “...no hay un laboratorio equipado para llevar a cabo este tipo de estudio, ni personal especializado que se dedique a investigar estos indicios, ya que este estudio fue descartado hace muchos años por presentar grandes márgenes de error y que no existen patrones de comparación que tengan en cuenta las diferentes variables a las que las manchas de sangre pueden verse expuestas luego de cometido el hecho

delictuoso. Estas variables pueden ser temperatura, humedad, presión, soporte sobre el que se encuentran, entre otras...” “...Lo anterior, se vio reflejado en un caso que llegó al Laboratorio de Química Legal de Policía Científica de Mendoza, caratulado “Averiguación de Homicidio agravado con abuso sexual”. El mismo, fue remitido al laboratorio solicitando la determinación de la data de restos hemáticos encontrados en una moto secuestrada. El requerimiento formulado en la causa no se pudo realizar ya que este estudio no lo realiza actualmente la entidad mencionada...” (BARBAGALLO F. Op.cit.)

Este antecedente nos da la pauta de la importancia que tendrán los resultados de nuestra investigación en el marco de la justicia provincial que carece de datos empíricos para orientar o determinar la antigüedad de una mancha de sangre.

Citando a Gisbert Calabuig, en su libro “*Medicina Legal y Toxicología*”, menciona que “...*la antigüedad de manchas de sangre solo puede establecerse con grandes márgenes de error ya que en el envejecimiento de las manchas intervienen factores muy diversos que hacen que manchas muy recientes se comporten a veces como antiguas y viceversa...*”. (GISBERT CALABUIG, “*Medicina legal y Toxicología*” 6ª edición. Citado por BARBAGALLO F. 2009)

La afirmación de Calabuig, establece por tanto que los resultados de la presente investigación se comportarán según las variables elegidas para la misma (temperatura, anticoagulante, soportes) y que en condiciones distintas a las establecidas en este trabajo las manchas se comportarán de diferentes maneras.

3.- OTROS ANTECEDENTES Y APORTES DISCIPLINARIOS.

Juventino Montiel Sosa, estudió las características morfológicas de las huellas de sangre en su obra "*Criminalística*", realizando ensayos a distintas alturas de cuyos resultados expresa que "*...las características morfológicas pueden variar dependiendo de la cantidad de sangre, calidad, origen, dimensión de la herida en profundidad y longitud, altura de la caída y características del soporte...*". (MONTIEL SOSA, J. 1994)

De acuerdo a lo expuesto por Montiel Sosa, en esta investigación los aspectos a tener en cuenta fueron considerados a la hora de realizar los ensayos correspondientes de manera orientativa.

En los Estados Unidos, en los años '70, el Dr. Herbert Leon Mc Donell, publicó los resultados de su investigación respecto a los patrones de comportamiento de las manchas de sangre en vuelo "*Características del vuelo y patrones de la mancha de sangre humana*" (Flight Characteristics and Stain Patterns of Human Blood), donde explica la importancia de la textura superficial del soporte en la morfología de las manchas de sangre.

Su investigación sugiere que "*...cuando una gota de sangre cae libremente sobre una superficie dura y poco porosa generalmente se producirán pocas salpicas, por el contrario, las superficies que presentan salientes, texturas ásperas y características de porosidad pueden producir una ruptura de la tensión superficial, originando un mayor grado de salpicaduras....*" (Mc DONELL H. 1971)

Mc Donell logró demostrar posteriormente que en superficies duras, lisas y brillantes las manchas mostraban un comportamiento particular (sin salpicas) y con sólo cambiar el brillo de la superficie donde caían, se producían variables en su morfología. En superficies ásperas donde se aprecia una gran variedad de morfologías como ocurre en una superficie de papel tapiz o una servilleta de papel de cocina, en estos casos los bordes de las manchas

pierden por completo la morfología circular, para pasar a ser formas similares a estrellas. Esto llevó al autor a afirmar que “...*La interpretación correcta de los patrones de salpicas de manchas de sangre es imposible sin tener en consideración la textura superficial del soporte sobre la cual impacta...*” (Mc. DONELL H. 2005)

Por otra parte Carlos Guzmán en su libro “*Manual de Criminalística*” explica este fenómeno debido a la tensión superficial de la gota de sangre y el comportamiento de dicha fuerza de cohesión frente a la superficie que impacta, lo cual hace que superficies lisas y brillantes rompan de manera menos brusca la misma (adquiriendo la gota una forma circular) y en cambio superficies rugosas hacen que la ruptura sea más violenta y se producen salpicas con formas de estrellas o se deforma con proyecciones laterales en todos los sentidos “...*Son las Leyes de la física respecto de los fluidos...*”, “...*Debido a una atracción molecular llamada fuerza de cohesión, una gota de sangre conserva su forma como si tuviera una cobertura similar a la de un globo. En realidad esa cobertura está dada por la tensión superficial, principio que puede aplicarse en otros líquidos como por ejemplo el agua...*” (GUZMAN C. 2005)

De acuerdo a esto se utilizaron diversos soportes con tres características distintas en cuanto a la textura superficial, una de ellas porosa (tierra), ligeramente porosa (cerámica) y lisa (vidrio).

El Departamento de Ciencias Terrestres y Ambientales, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Alemania en julio del año 2007, expone una investigación sobre la “Determinación de la edad de las manchas de Sangre en la medicina forense por espectroscopía de fuerza”.

Este estudio se basó en la utilización de la microscopía de fuerza atómica (AFM). El procedimiento se realizó sobre una mancha sanguínea fresca en un portaobjetos de vidrio y comenzó la detección de AFM después del secado de la gota de sangre. En primer lugar las manchas mostraron la

presencia de varias células rojas de sangre. Las investigaciones morfológicas de un plazo de 4 semanas, no pudo mostrar ninguna alteración.

En segundo lugar, la AFM se utilizó para probar la elasticidad de grabación a distancia por la fuerza de las curvas, el patrón de elasticidad mostró una disminución en el tiempo, que están más probablemente influenciado por la alteración de la mancha de sangre durante el proceso de secado y la coagulación. Los datos preliminares demuestran la capacidad de este método para utilizarlo en el desarrollo de curvas de calibración, las que pueden ser empleadas para la estimación de la data de una mácula de sangre durante las investigaciones forenses.

Lo establecido anteriormente nos muestra, que las variaciones de las manchas de sangre dependerán posiblemente del proceso de secado y coagulación de la misma, ya sea cual fuera el tipo de experiencia sobre dichas manchas.

Científicos realizaron estudios para la cuantificación de la edad de las manchas de sangre, con muestras de tejido hemático secadas en tela de algodón a temperatura ambiente, y expuestas a diversas condiciones ambientales (variando la luz, temperatura y humedad).

Determinaron que la tasa de color azul disminuye con el aumento de la humedad, tanto así que con un 90% de la misma los cambios espectrales son imperceptibles luego de 7 días.

Por el contrario, la regulación del cambio de color azul se acrecienta cuando lo hace la temperatura. A -20°C , no se observan cambios, lo que representa que las manchas de sangre se pueden almacenar durante períodos prolongados a temperaturas bajas antes de su análisis. El ADN puede ser extraído de la mancha de sangre, lo cual suministra información genética útil para los investigadores forenses.

La temperatura y la humedad son algunos de las condiciones climáticas que afectan la degradación de la hemoglobina, aunque estos cambios son

pequeños un investigador debe tenerlos en cuenta ya que los resultados de las investigaciones de manchas de sangre serán estimativos para su datación.

Este antecedente nos permite asentar que la temperatura y la humedad juegan un papel importante a la hora de una investigación de este tipo, y son aspectos a tener en cuenta, por lo cual en este trabajo fueron consideradas para el análisis.

CAPITULO IV

MARCO TEORICO

El estudio de las manchas de sangre es un elemento de interés relevante para la Criminalística, y no caben dudas que en todo hecho delictivo, sea lesivo, homicida o suicida, accidental o intencional, el hallazgo de este tipo de indicios colaboran en mucho para lograr el esclarecimiento de un suceso.

Esta tesina se sustenta de acuerdo a diversas investigaciones que son expuestas a continuación.

Por su parte el Dr. Camille Simonín en su libro "*Medicina Legal Judicial*" con respecto a la investigación de antigüedad de manchas de sangre pone de manifiesto su opinión sobre las dificultades para establecer la antigüedad de una mancha de sangre atento a la diversidad de factores que influyen en su coloración y la composición química de la misma que la hacen variar a los diferentes reactivos y a la observación macroscópica de modo tal que resulta muy dificultoso estimar la data de las mismas debido a que variables como el color, la luz, la humedad y el soporte tienen su influencia en su coloración por lo que los estudios llevados a cabo han arrojado resultados desalentadores.

La investigación de manchas de sangre se realiza mediante un sistema de investigación que incluye la realización de los siguientes diagnósticos:

- 1.- Orientación.
- 2.- Certeza.
- 3.- Especie.

4.- Individual (grupos, ADN, sexo).

5.- Otros (antigüedad, lugar de procedencia, etc.).

En el año 1907 L Tomellini, observó una duración de un año para obtener el paso del tinte rojo natural al tinte extremo gris moreno, de una mancha sanguínea sobre tela blanca, expuesto a luz solar difusa.

Otras observaciones realizadas por E. Weil y T. Malyniak en el año 1955, radica sobre los cambios de tinte de máculas de sangre durante un año, con el del mismo volumen (0,05 c.c.), depositadas en tejido de algodón cruzado de hilos muy apretados, conservadas en un cajón, a temperatura ambiente y grado higrométrico normal (60 %). Los tintes fueron comparados con los números correspondientes al código universal de los colores, por Seguy en el año 1936, arroja los siguientes datos:

Antigüedad de la mancha	Número de Código	Antigüedad de la mancha	Número de Código
0 horas	136, PI X (laca geranio)	5,8,15 días	126, PI IX (pálido)
1 hora	121, PI IX (rojo grosella)	3,4 semanas	691, PI XLVII (sanguíneo)
2 horas	141, PI X (sangre de buey)	2 meses	696, PI XLVII (acacia)
3 horas	101, PI VII (púrpura granate)	6 meses	701, PI XLVII (tierra de sombra)
4 horas	102, PI VII (moreno rojo)	1 año	702, PI XLVII (?)
2,3,4 días	81, PI VI (laca quemada)		

Al respecto dice el Dr. Simonín que “...Las múltiples investigaciones emprendidas sobre esta cuestión son decepcionantes. Numerosos factores (calor, luz, humedad, putrefacción, soporte, etc.) influyen sobre las variaciones del tinte de las manchas; lo mismo sucede con las modificaciones químicas y la sensibilidad de los reactivos... Todo lo demás, se puede precisar si una mancha de sangre es anterior o posterior a otra...” (SIMONIN. C. 1973)

A pesar de ello, Simonín, establece una tabla denominada “Código Universal de Colores” donde muestra cómo varía el color de una mancha hemática en función del tiempo transcurrido, con las salvedades y aclaraciones que anteceden respecto a los numerosos factores que inciden en ello:

TIEMPO TRANSCURRIDO	COLORES OBSERVADOS
00 horas	Laca Geranio
01 horas	Rojo Grosella
02 horas	Sangre de Buey
03 horas	Púrpura Granate
04 horas	Rojo Moreno
02 a 04 días	Laca Quemada
05 a 15 días	Rojo Pálido
03 a 04 semanas	Rojo Sanguíneo
02 meses	Acacial
06 meses	Tierra Sombra

Fuente: Simonín Camille. “Medicina Legal Judicial” 1973.

Se puede observar que la tabla presentada por L. Tomellini en el año 1907 y la confeccionada por el Dr. Simonín en el año 1973, muestran los mismos resultados en cuanto a la variación de los colores de las manchas en el tiempo, pero es importante aclarar que esto es debido a la utilización de la misma paleta de colores. Nuestro trabajo no fue realizado con esta paleta de colores, pero toma como referencia la utilización de una de ellas para establecer las tonalidades de las manchas.

El Dr Simonín realiza uno de sus mayores aportes a la Hematología Forense con su descripción de los mecanismos de producción de las máculas hemáticas, internacionalmente aceptado y que es constantemente citado en la bibliografía específica de Criminalística y Medicina Legal.

Según este autor se pueden distinguir los siguientes mecanismos de producción:

- *Por Proyección*
- *Por Escurrimiento*
- *Por Contacto*
- *Por Impregnación.*
- *Por un mecanismo mixto, entre contacto y la impregnación. (SIMONIN C. citado por CALABUIG G. 2004)*

Como contribución a lo expresado, se cita al Dr. Raffo, en su libro "*La Muerte Violenta*", donde hace algunos aportes de hematología reconstructiva y analiza el aspecto externo de las manchas de sangre halladas en la escena del hecho de acuerdo con la antigüedad de la misma y el soporte donde han quedado depositadas y nos dice que "*...Las manchas de sangre tienen aspectos diferentes, según la data sea reciente o antigua, y varían también con la naturaleza del soporte en el que se encuentren. La recientemente derramada es de color rojo brillante, coagula en minutos, se deseca en horas, adquiriendo*

la tonalidad del café, y se vuelve negra con el transcurso de los días; esto se debe a la transformación sucesiva de la hemoglobina en metahemoglobina y hematina acida...” (RAFFO.O.H. 2004)

Con la enunciación de este autor, se dogmatiza que hay variaciones en al aspecto cromático de las manchas de sangre, tal el interés y objetivo de nuestra investigación, que consiste en determinar si dichos cambios responden a un patrón determinado que nos permita establecer la data o antigüedad de una mancha según su evolución en el tiempo.

Con relación a la morfología de las manchas de sangre autores como Gaspar Gaspar, Montiel Sosa, y Mc Donell, hacen sus aportes vinculando distintos aspectos que hacen variar su forma y coloración.

Para Gaspar Gaspar, quien hace su aporte al tema de las manchas de sangre, expresa que éstas tienen una forma, aspecto y tamaño que se encuentra relacionado con cuatro factores fundamentales los cuales son: (GASPAR G. 1993)

- La cantidad de sangre que mana de la herida y su forma.
- La altura de su caída.
- La dirección de su caída con relación al soporte que la recibe.
- La naturaleza de dicho soporte.

Estos factores han sido tenidos en cuenta a la hora de realizar el procedimiento de nuestra investigación. En primer lugar, la cantidad de sangre y su forma, fue controlada a través del clac de suero, en segundo lugar la altura de caída es de 1 metro, en tercer lugar la dirección de caída con relación al

soporte es de 90° y por último son establecidas también las superficies donde fueron materializadas las gotas.

1.- SOPORTES.

En el desarrollo de la clasificación se puede apreciar la importancia del soporte en la determinación de las características de las manchas de sangre. Estas por contacto tendrán particularidades especiales atendiendo a la permeabilidad e impermeabilidad del soporte. Si éste es permeable y permite la imbibición sanguínea (absorber un cuerpo sólido a otro líquido), se observarán las manchas de sangre “por impregnación”, especialmente en tejidos.

1.1.- Variaciones de las Manchas de Sangre en diversos soportes

1.1.2.- Gráficos realizados por Juventino Montiel Sosa

Características Morfológicas en huellas de sangre



Figura 43. A 2 cm bordes netos.



Figura 44. A 5 cm bordes netos.



Figura 45. A 10 cm bordes ligeramente festonados.

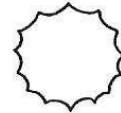


Figura 46. A 15 cm bordes festonados.

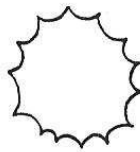


Figura 47. A 20 cm bordes muy festonados.

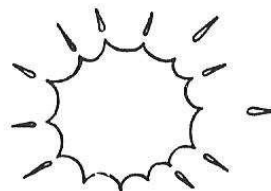


Figura 48. A 25 cm bordes festonados con salpicaduras dinámicas ligeras.

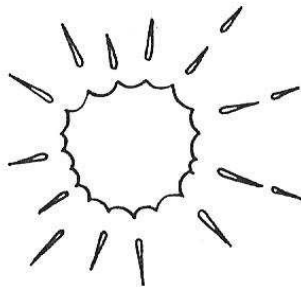


Figura 49. A 30 cm bordes dentados con pequeñas salpicaduras.

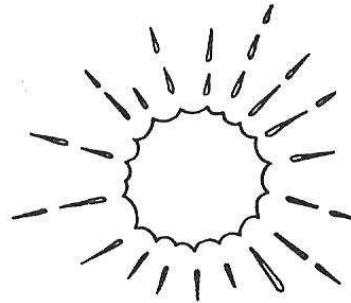


Figura 50. A 40 cm bordes dentados con aumento de salpicaduras.

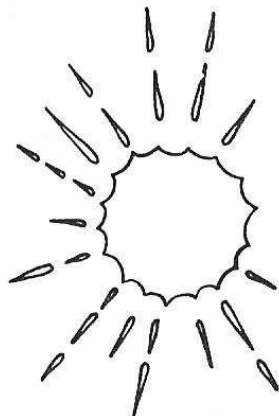


Figura 51. A 50 cm bordes dentados con mayor número de salpicaduras.

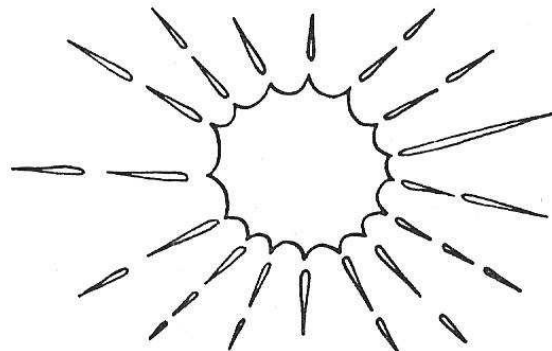
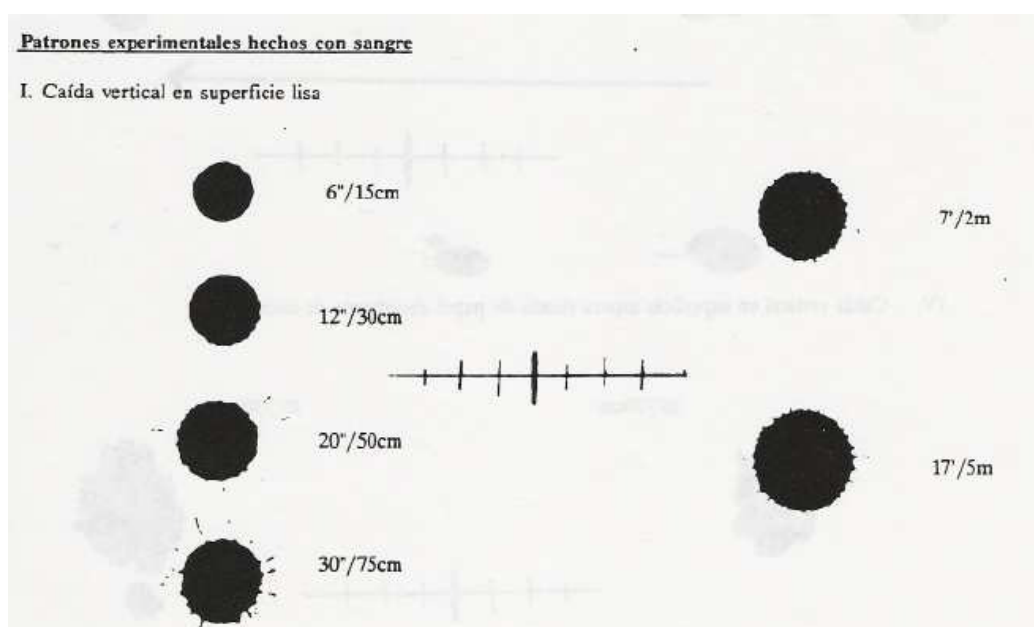


Figura 52. A 100 cm con estrías punteadas.

1.1.3.- Experimentación realizada por el Doctor MacDonell

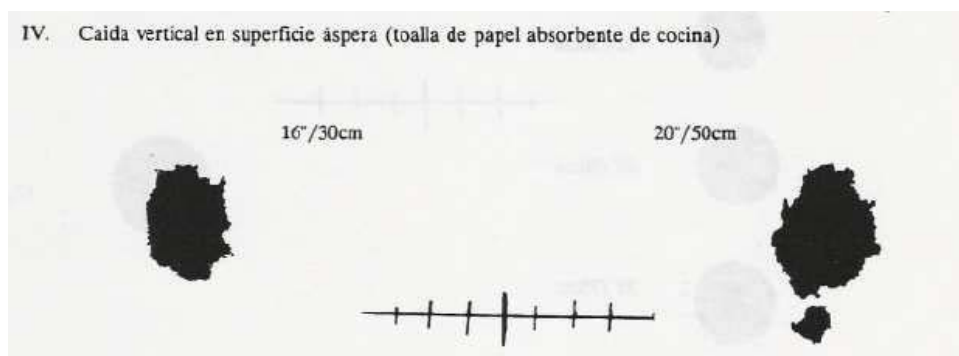
Las ilustraciones que aparecen a continuación muestran experimentaciones realizadas por el Doctor MacDonell, en distintas superficies.

Caída vertical en superficie lisa



Fuente: Mac Donell Erbert. "Patrones de Manchas de Sangre" Año 2005.

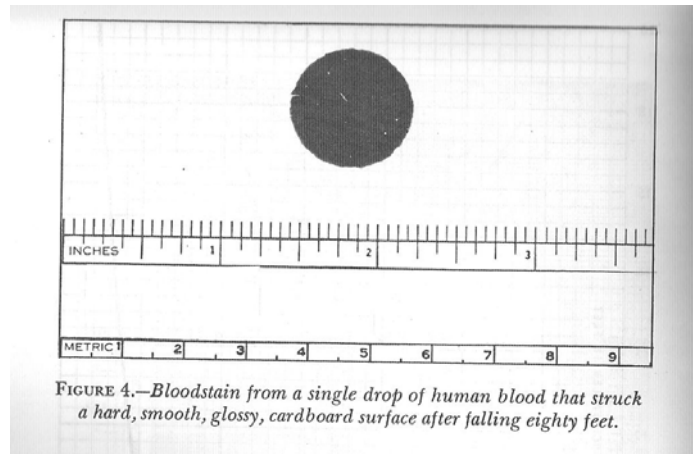
Caída vertical en superficie áspera



Fuente: Mac Donell Erbert. "Patrones de Manchas de Sangre" Año 2005.

Mancha de Sangre en superficies dura, lisa y brillante

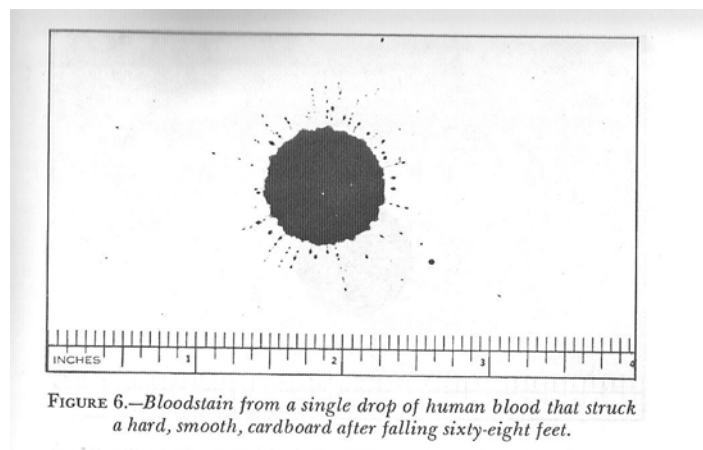
En la fotografía se puede observar un patrón de mancha de sangre humana, arrojada de una altura de 24.3 metros, luego de golpear en una superficie dura, lisa y brillante.



Fuente: Mac Donell Erbert. "Características de vuelo y patrones de la mancha de sangre humana" Año 1971.

Mancha de sangre en superficie dura y lisa

La siguiente foto muestra mancha de sangre, golpea una superficie dura y lisa luego de caer 20.72 metros.



Fuente: Mac Donell Erbert. "Características de vuelo y patrones de la mancha de sangre humana" Año 1971.

1.2.- Soportes utilizados en la investigación

1.2.1.- Cerámica

1.2.1.1.- Obtención de la cerámica.

La fabricación de componentes cerámicos tiene lugar de la siguiente manera:

1. Selección de la materia prima, integrada preferentemente por nitratos de silicio, carburo de silicio, óxido de circonio, etc.
2. Una vez elegidos los materiales básicos se procede a molerlos hasta conseguir un polvo finísimo o y se mezcla en la proporción más adecuada.
3. Se introduce el polvo en el molde que conformará la pieza.
4. Se somete a la prensa estática (llamada así porque actúa en todas las direcciones) a presiones de hasta 3000 kilos por centímetro cuadrado.
5. Se cuece al horno a una temperatura de entre 1600 y 2000 grados centígrados. El proceso de prensado y cocción se denomina sinterización.
6. Sin embargo las piezas no salen absolutamente perfectas de la prensa y a algunas se las asigna a un posterior ajuste de calibración. La enorme dureza del material necesita de un diamante para su tallado.
7. La última fase del proceso de fabricación es el control de calidad.

Azulejería: La azulejería se utiliza para revestimientos. Son productos de base porosa a los que se les aplica una capa de vidriado en una de sus caras, con el fin de darles impermeabilidad, dureza y decoración. Se aplica en zonas húmedas y con necesidad de higiene y decoración.

En la fábrica se trabaja con dos tipos de pasta:

- Una pasta para monoporosas utilizadas para revestimientos o pared, compuesta por dos arcillas.
- Una pasta para pisos, más refractarias y con mayores resistencias mecánicas. También contiene dos arcillas.

Molienda

La molturación no tiene por objeto la simple obtención de pequeñas partículas de tamaño menos grueso que de partida, sino producir un material con un determinado diámetro medio de partícula y una distribución granulométrica adecuada para la cerámica.

Las acciones desarrolladas durante la molturación son:

- Comprensión simple (aplastamiento).
- Percusión (del instrumento de la maquina sobre el material).
- Choque (del material sobre la parte apropiada de la maquina).
- Abrasión.
- Corte o cizallado.

1.2.2.- Los vidrios

En el mercado podemos encontrar vidrios de diferentes tipos. Cada fabricante formula sus composiciones para obtener el material adecuado. Para nuestro trabajo se utilizó el vidrio común para la materialización de las manchas sanguíneas.

1.2.2.1.- Generalidades

El vidrio común es un producto artificial obtenido por fusión de:

Dióxido de Silicio: SiO_2 (sílice; Arena o Cuarzo)

Carbonato de Sodio: Na_2CO_3 (Soda Solvay) o en su reemplazo el Sulfato de Sodio: Na_2CO_4

Carbonato de Calcio: $CaCO_3$ (Piedra Caliza) exenta de Hierro para obtener un vidrio incoloro y transparente.

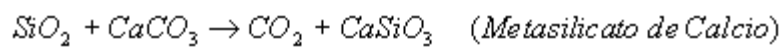
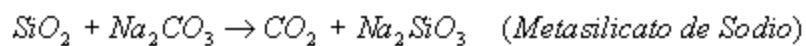
El vidrio que se deja enfriar rápidamente es quebradizo y se rompe fácilmente por choque o por rasguño. Si por el contrario, se enfría demasiado despacio se desvitrifica, es decir, parte de sus componentes empiezan a cristalizar y se vuelve opaco. Por ello los vidrios se "recuecen" (operación llamada templado del vidrio), calentándolo un rato a temperatura algo inferior al punto de reblandecimiento, y enfriándolo a la temperatura deseada. Este recocido hace al vidrio menos quebradizo y que elimina las tensiones que pudiera haber en el, dura varios días y se hace en hornos especiales.

Las propiedades varían según su composición química, por ejemplo para darle propiedades especiales se le agrega Bórax (Tetraborato de Sodio $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) obteniéndose vidrio del tipo Pirex, los cuales son duro y resistentes a los cambios de temperaturas.

1.2.2.2.- Fabricación Del Vidrio

El vidrio se fabrica a partir de una mezcla compleja de compuestos vitrificantes, como sílice, fundentes, como los álcalis, y estabilizantes, como la cal. Estas materias primas se cargan en el horno de cubeta (de producción continua) por medio de una tolva. El horno se calienta con quemadores de gas o petróleo. La llama debe alcanzar una temperatura suficiente, y para ello el

aire de combustión se calienta en unos recuperadores contruidos con ladrillos refractarios antes de que llegue a los quemadores. El horno tiene dos recuperadores cuyas funciones cambian cada veinte minutos: uno se calienta por contacto con los gases ardientes mientras el otro proporciona el calor acumulado al aire de combustión. La mezcla se funde (zona de fusión) a unos 1.500 °C. Las reacciones que se presentan son:



Luego pasa a una etapa de refinado donde los gases contenidos en la masa se desprenden (T° 1400°C) y los silicatos producidos se unen, formando silicato doble de sodio y calcio que es el vidrio común.

Después avanza hacia la zona de enfriamiento, donde tiene lugar el recocido. En el otro extremo del horno se alcanza una temperatura de 1.200 a 800 °C. Al vidrio así obtenido se le da forma por laminación o por otro método.

1.2.3.- Tierra

La Ingeniera María Cecilia Regairaz en una investigación realizada en el año 2009 público en el Catalogo de Recursos Humanos e Información relacionada con la temática Ambiental en la Región Andina Argentina lo expuesto a continuación.

Las características propias de cada tipo de suelo responden, en gran parte, a las características mineralógicas que heredaron de las rocas originarias, pero también es importante la influencia que otros factores de formación como el clima, los organismos, el relieve y el tiempo transcurrido tuvieron sobre los materiales iniciales.

Los suelos mendocinos son, en su casi totalidad, derivados de materiales

originarios provenientes de la erosión de las rocas cordilleranas que no han sufrido modificaciones en el sitio donde fueron depositados luego de ser transportados por distintos agentes como eólico (viento), coluvial (gravedad), aluvional (agua) y glacio – lacustre (glaciares y antiguas lagunas).

Los relevamientos edafológicos realizados en la provincia de Mendoza, elaborado con los datos de I.N.T.A., 1990, se han encontrado en la provincia los siguientes datos con relación al clima:

Existen casi todos los regímenes: arídico, ústico, xérico, údico y suelos con drenaje pobre o régimen ácuico. El régimen arídico, afecta a la mayor parte del territorio provincial.

Hacia el oeste se produce un gradiente de mayor humedad debido al efecto orográfico de los cordones montañosos que producen un aumento en el valor de las isohietas y una disminución en las isotermas. Esta mayor disponibilidad de agua hacia el sector occidental es claramente observable por la variación de la cobertura vegetal en imágenes satelitales, por ejemplo: hacia el oeste se evidencia aumento en el contenido de materia orgánica, disminución o lixiviación de carbonato de calcio y otras sales más solubles, aumento de las propiedades ándicas, etc. Por otro lado, es interesante mencionar que por Mendoza pasa la diagonal que separa en Argentina las provincias con precipitaciones estivales de las invernales.

En la mayor parte del territorio provincial la temperatura media anual del suelo es de 15 a 22°C en la mayor parte de territorio provincial.

Las características regionales, singularizadas por la extrema escasez de precipitaciones pluviales, dificultan y aun inhiben los procesos edáficos de maduración.

Es muy grande la variabilidad de textura en distancias cortas y es fácil encontrar, a pocos metros de una tierra de perfil totalmente arenoso, otra en la cual se observan capas limo - arcillosas. Estas variaciones constituyen la clave en la heterogeneidad.

Son frecuentes los “suelos salinos”, caracterizados en estado virgen por una flora típica llamada “halófitas”. Esta salinidad está constituida por sulfatos y cloruros de calcio, magnesio y sodio. Los sulfatos son los que generalmente predominan. Donde abundan los cloruros, en cambio, la salinidad se encuentra casi siempre asociada a excesiva alcalinidad.

El origen de la Criminalística, parte de una exigencia del Derecho Penal para la producción de la prueba científica, la competencia resulta considerablemente dentro del campo del Derecho Público y Privado.

La Criminalística como ciencia autónoma acude a la Justicia para el arribo de la verdad, mediante el aporte de pruebas fehacientes calificadas como evidencia científica. Como toda ciencia consta de un *objeto y un método* particularmente propio.

Desde el punto de vista material, el Objeto, está relacionado con el descubrimiento y la verificación científica del delito, hechos o cosas, como así también la identificación del autor, autores o entes. En lo referente al Método puede decirse que es científico y experimental porque aplica un razonamiento eminentemente inductivo ya que, surge de la observación y el análisis de los componentes más elementales, definiendo las particularidades de ellos para llegar a una verdad o ley más general, sin descartar al deductivo, el cual parte de una verdad universal o general para arribar a otra menos general o particular, que conforma reglas de procedimientos analíticos para la investigación.

CAPITULO V

MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.- TIPO DE ESTUDIO.

El diseño utilizado en esta investigación es de naturaleza descriptivo, debido a que, el objeto de estudio será descripto y se evaluarán las variables que entran en juego. Esta medición ofrecerá un estado de situación de las variables sin profundizar en las relaciones que se establecen.

La metodología que se utilizó fue tipo observacional, donde se tomó como única variable independiente el paso del tiempo a fin de establecer las variaciones cromáticas y morfológicas (variables dependientes) que experimentan las manchas de sangre en distintas superficies luego de diversas observaciones bajo situaciones controladas.

Esta investigación es del tipo cualitativa a fin de comprender el fenómeno que se examina, por lo tanto tiene una finalidad descriptiva-explicativa.

2.- JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.

El proceso metodológico que se llevó a cabo consistió, en primer lugar en una revisión bibliográfica, para poder establecer los fundamentos, leyes y técnicas en la cual se basó la presente investigación.

En segundo lugar se buscaron antecedentes referidos al tema en diversas fuentes, tanto nacionales como extranjeras, para de esta manera conocer

investigaciones realizadas con anterioridad y sus resultados, procedimientos y técnicas más convenientes.

A partir de estos conocimientos se abordó la experimentación, en donde se realizaron 90 muestras de manchas de sangre con el agregado de anticoagulante, en tres superficies distintas (vidrio, cerámica y tierra) dichas muestras se mantuvieron a temperatura constante y se observaron diariamente durante un periodo de tiempo de treinta días.

Finalmente, luego de concretada la experimentación, se procedió a la recolección y comparación de los resultados.

3.- DESCRIPCION DE LA MUESTRA.

La muestra estuvo constituida por 90 pruebas de manchas de sangre humana, depositadas de manera experimental, sobre tres tipos de superficies distintas (cerámica, vidrio y tierra) la cual se mantuvo a una temperatura constante en un ambiente controlado (sin variaciones de temperatura, aire y humedad) durante un período de 30 días.

Las muestras eran guardadas en una heladera convencional, la cual se encontraba desenchufada. El ambiente se mantuvo a 13° grados centígrados, controlado por termómetro ambiental. De acuerdo a una experiencia previa se determinó que la misma se mantenía en dichas condiciones.

Es importante aclarar que la sangre utilizada para la experiencia, contenía anticoagulante (EDTA), debido a esto, la sangre no actuará de igual forma que sin este compuesto, ya que con el, el líquido sanguíneo retardará su secado.

Empero, se considera que los parámetros recolectados obedecen a un fenómeno. La criminalística como ciencia fáctica- natural que permite construir cualquier fenómeno como es el caso de este trabajo. Estos parámetros dan una referencia, si surgiera otro caso en condiciones similares, habría que

determinar que modificar para que se acerque a la realidad, ya no se tendría que realizar toda una investigación por existir dichos parámetros.

Para justificar lo expuesto se cita a al Epistemólogo y Filósofo Mario Bunge que expresa en su obra “La Ciencia, su método y su filosofía” en el año 1985, “.....*El conocimiento científico es fáctico: parte de los hechos los respeta hasta cierto punto y siempre vuelve a ellos....*”. Y expresa, “....*No siempre es posible, ni siquiera deseable respetar enteramente los hechos cuando se los analiza, y no hay ciencia sin análisis, aun cuando el análisis no sea sino un medio para la reconstrucción final de los todos. El físico atómico espía el átomo que desea espiar....Ninguno aprehende su objeto tal como es. Sino tal como queda modificado por sus propias operaciones, sin embargo, en todos los casos, tales cambios son objetivos....*”

4.- DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS.

Para la experimentación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- 20 cc. De Sangre humana venosa extraída por un bioquímico matriculado de diversos pacientes. La sangre fue conservada por un anticoagulante para poder utilizarla.
- 30 Placas de vidrio de 19 x 12,7 cm.
- 30 placas de cerámica 19,8 x 12, 7 cm.
- 30 contenedores de tierra apisonada 23,2 x 17,2 cm. La tierra fue apisonada (para que se reprodujera la tierra pisada) nivelada y pesada, estas prudencias se tomaron para que el contenido de las bandejas fuera lo más parecido posible, entre ellas.
- Heladera convencional marca Coventry.
- Termómetro de ambiente marca Luft Germany.
- Gotero medicinal para una de las pruebas que se realizó.

- Tubos de ensayo con capacidad de 10 ml, para el contenido hemoglobínico y 1 ml de Anticoagulante EDTA.
- Jeringa con capacidad para 60 ml.
- Clac de suero para facilitar la caída de la sangre, este mecanismo consiste en una manguera de 20 cm, un conector que permite regular el paso del líquido y un dispositivo que permite que esta caiga.
- Paleta de colores en las tonalidades rojas, de los códigos RAL.
- Máquina Fotográfica marca Sony Cyber-shot de 7.2 megapíxeles, con macro.
- Lupa Binocular marca Leica Zoom 2000.
- Un dispositivo mecánico realizado de manera exclusiva para la siguiente investigación consistente en: Un soporte vertical de 1,53 m de alto, Este aparato consta de tres partes importantes, una de ellas es donde se ubica una jeringa la cual contiene la sangre, a 20 cm de esta se encuentra el gotero que facilita que la gota caiga y por último a una distancia de 1,5 m una base donde se coloca el soporte en el cual caerá la misma. (Ver Apéndice Pág. 103)
- Programas informáticos.
 - WinTopo Pro, se utiliza para topografía, el cual permitió delimitar el contorno de las manchas para su posterior medición en el programa auto cad.
 - Auto Cad 2008 para la diagramación de los cambios de las máculas.
 - HP Image Zone para fotografía digital le da efectos especiales a las fotos.

CAPITULO VI

RESULTADOS

1.- PROCEDIMIENTO DE LA EXPERIMENTACIÓN

Para comenzar, se procedió a la obtención de 30 muestras, de cada una de las superficies elegidas, mediante goteo estático realizado a una altura de un metro.

Las superficies a utilizar para la investigación, fueron *a)* Vidrio común como superficie lisa, *b)* La cerámica cuya superficie es un poco más rugosa y *c)* Tierra aprisionada que presenta características de absorción distintas a las anteriores.

La sangre que se utilizó fue colocada en la jeringa localizada en la parte superior del aparato utilizado, la cual estaba conectada a través de una manguera al gotero, este se colocó de manera tal que cada gota caía cada 2 minutos aproximadamente. Las gotas caían a una altura especificada de un metro, por acción de la gravedad, a las superficies colocadas cuidadosamente en el centro de la base inferior del instrumento.

A medida que cada una de las 90 muestras eran obtenidas, se procedió a la observación de las manchas en una lupa binocular, y automática y posteriormente se realizaron las fotografías con cámara digital para la documentación cromática y morfológica de cada una de las manchas, una vez realizado esto se procedía rápidamente a su conservación.

Durante el periodo de 30 días a la misma hora, se realizó el procedimiento de la observación y retrato de cada una de las muestras para su cotejo, desde el primero hasta el último día. Los soportes eran extraídos uno

por uno de la heladera que los contenía para mantener la temperatura de 13° constante, y esto era verificado mediante un termómetro que se encontraba dentro de la misma. Las fotografías y la observación fueron realizadas de manera rápida y eficiente.

Las fotos fueron procesadas y utilizadas posteriormente para la recolección de datos y posterior diagramación de las imágenes.

Las muestras obtenidas fueron conservadas en una heladera convencional, la cual se encontraba desenchufada. La temperatura que esta presentaba era de 13° y permanecía de manera constante.

Se comprobó que la temperatura no se modificaba, cuando la heladera era cerrada automáticamente luego de retirar las manchas para su examen.

2- VARIACIONES CROMÁTICAS

Para la observación y diagramación de los colores de las manchas, se realizó una comparación con carta de colores en las tonalidades rojas con los códigos de RAL, para luego diagramar y constatar el color especificado para cada muestra durante el periodo que duro la investigación.

2.1- Cerámica

Se aprecia en las distintas manchas de sangre un color rojo vivo al momento de impregnarse las mismas sobre la superficie (Ver Apéndice 3 Foto 25), esta coloración se manifestó en el 100 % de las muestras. Casi de forma inmediata, alrededor de las gotas se puede advertir que la sangre comienza a absorberse en forma de aureola de afuera hacia adentro, con una coloración mas atenuada a la del centro.



Foto 1- Muestra en Cerámica día 1

En la observación realizada el segundo día del análisis las manchas presentan un oscurecimiento de rojo vivo a rojo purpura y está completamente seca (Ver Apéndice 3 Foto 26). La aureola que se formó el primer día del análisis se encuentra resaltada del resto de la mancha con una tonalidad más oscura de color rojo vino.



Foto 2- Muestra en Cerámica día 2

En la siguiente imagen se muestra una modificación de la fotografía original, con el fin de representar gráficamente por medio de efectos de colores contrastantes del programa HP Image Zon, la aureola mencionada, en la que se aprecia un color más claro en la circunferencia externa de la mancha que en resto de la misma.

Así mismo la imagen deja ver la acumulación de sangre en el centro inferior de la mancha, el cual se aprecia con tonalidad más oscura que el resto de la mancha.

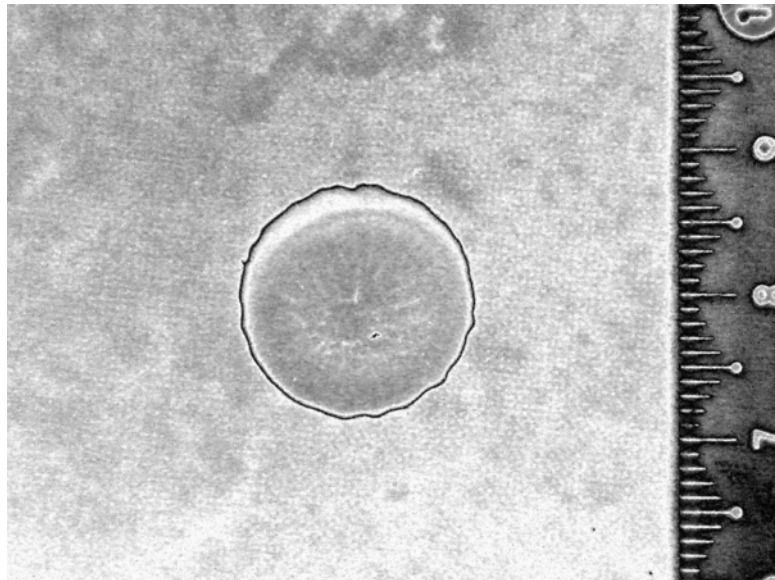


Imagen 1

En el mismo día, se produjo una suerte de costra en el sector donde se localiza la mancha, en forma de rayos, la que permite observar la base del contenedor de la misma (Cerámica). En la imagen anterior se puede observar los rayos en el centro de la gota en color más claro que el resto, debido a la tonalidad de la cerámica.

Estos cambios, se apreciaron en el 100 % de las muestras.

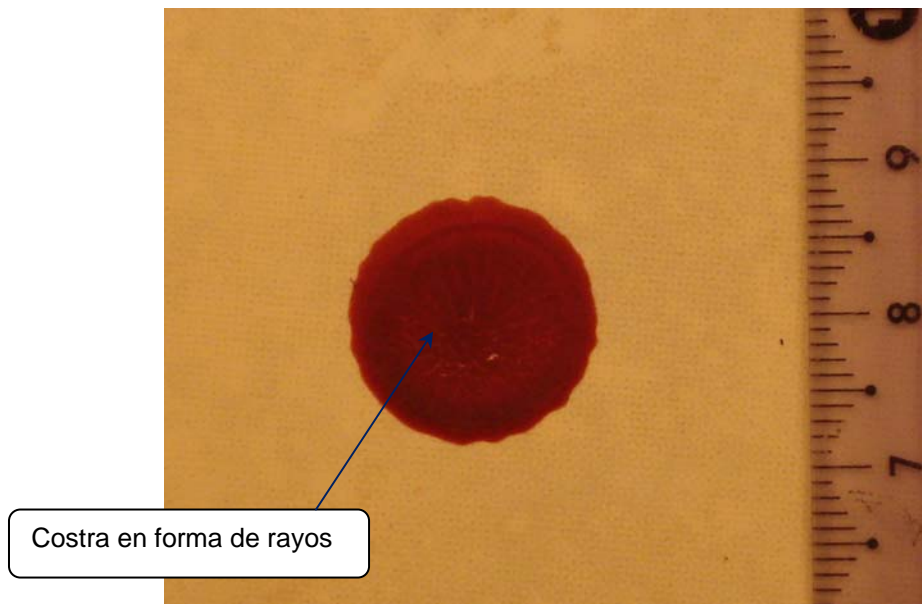


Foto 3- Muestra en Cerámica día 2

Al tercer día se aprecia más oscura la zona del anillo, con un color rojo negruzco y no se observan otros cambios en la superficie de la mancha a partir de este día. (Ver Apéndice 3 Foto 27),

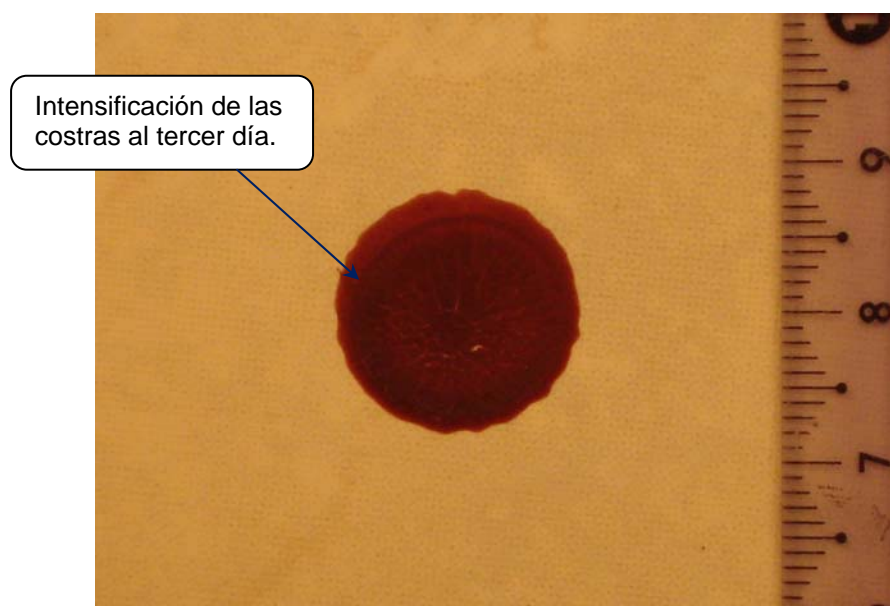


Foto 4- Muestra en Cerámica día 3

Después del día mencionado anteriormente, las manchas se mantuvieron idénticas respecto del color, hasta la finalización de la experiencia. Observándose lo descrito en el 100 % de las muestras. (Ver Apéndice 3 Foto 28)

La siguiente fotografía que se exhibe, es perteneciente al día 30.

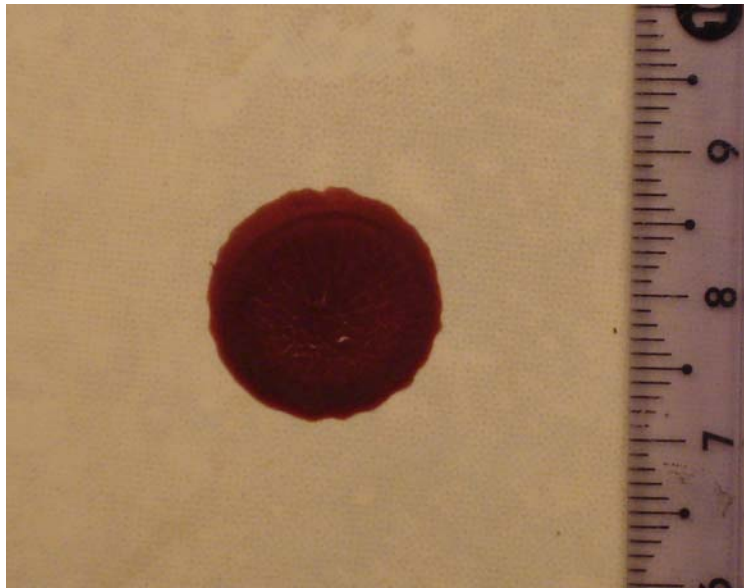


Foto 5- Muestra en Cerámica día 30

2.2-. Vidrio

El día uno de la experiencia, las manchas dispuestas en cada una de las superficies de vidrio manifestaron en un 100 % color rojo vivo (Ver Apéndice 3 Foto 29). Se aprecia que la gota empieza a secarse de afuera hacia adentro percibiendo un anillo alrededor de la misma con una coloración más tenue que el resto de la mancha.



Foto 6- Muestra en Vidrio día 1

Para una mayor apreciación de lo descrito anteriormente se modifico la fotografía original con efectos de color con el programa HP Image Zone.

El anillo señalado se observa de color más claro que el resto de la mancha en el anillo externo de la mancha.

En el centro de la mácula se puede ver una acumulación de material (Sangre), percibiéndose más oscura que el resto, con una tonalidad gris.

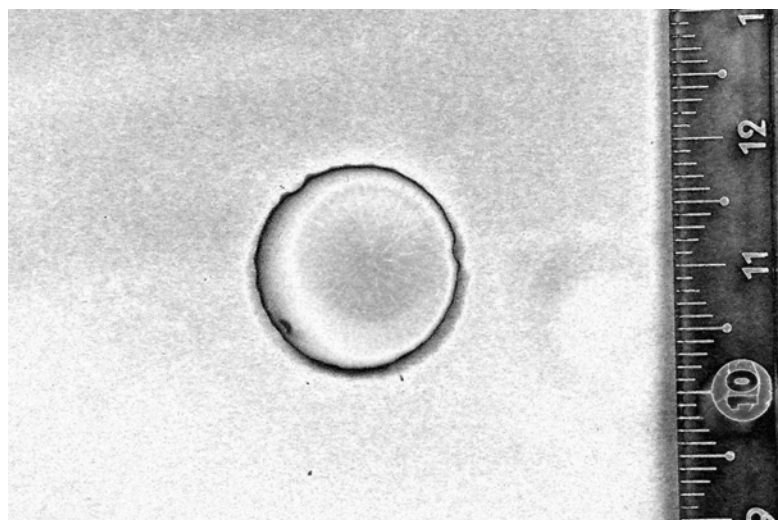


Imagen 2

Al segundo día del análisis, se puede apreciar que la muestra se encuentra totalmente seca, con variación de color de rojo vivo a rojo rubí en el sector del anillo, y en el centro se aprecia de color rojo vino, con la formación de estrías en el interior, que no alcanzan a tocar el anillo mencionado. (Ver Apéndice 3 Foto 30)

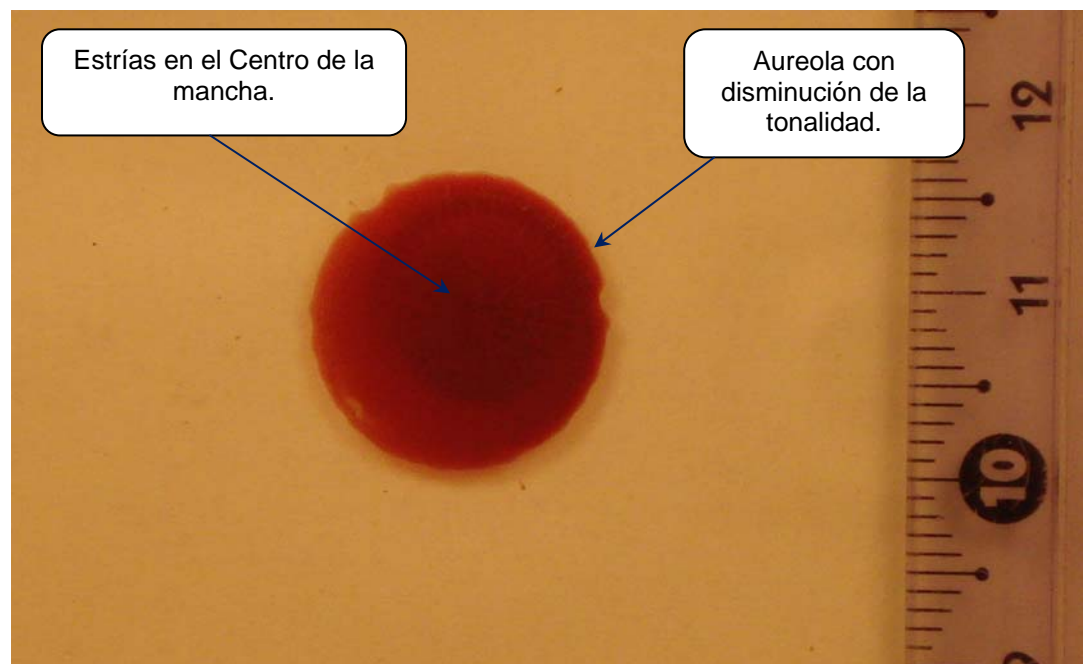


Foto 7- Muestra en Vidrio día 2

En el día cinco, y con una manifestación del 100 % de las muestras, el color se observa con variaciones con respecto a los días anteriores con un rojo negruzco en el anillo que se formó el primer día, y haciendo una suerte de separación entre el centro y los bordes de la mancha que se observan de color rojo vino. (Ver Apéndice 3 Foto 31)



Foto 8- Muestra en Vidrio día 5

Desde del día cinco no se observan variaciones en las muestras hasta el día treinta. La siguiente es una fotografía del último día de la observación. (Ver Apéndice 3 Foto 32)

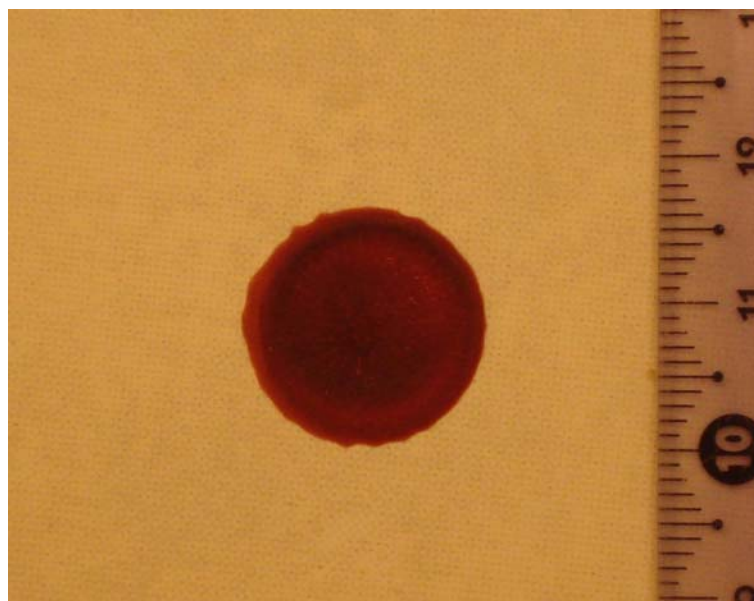


Foto 9- Muestra en Vidrio día 30

2.3.- Tierra

Las manchas de sangre que fueron plasmadas el primer día en la tierra presentan un color rojo oxido, que se reproduce en el 100 % de las muestras. (Ver Apéndice 3 Foto 33)

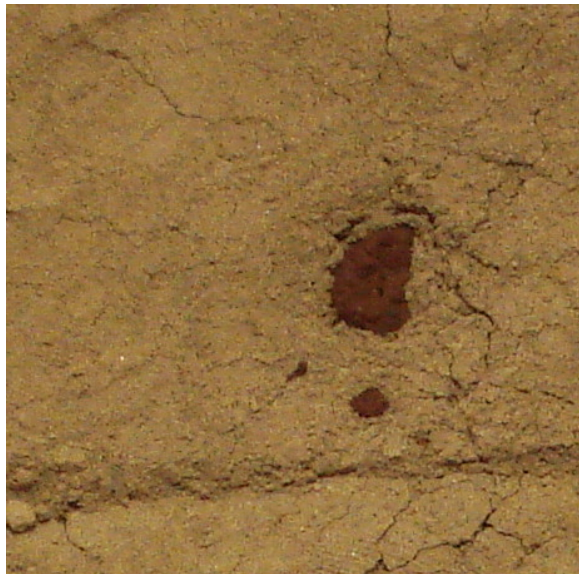


Foto 10- Muestra en Tierra día 1

El segundo día de la experimentación se observaron cambios en el color de las manchas, se ve un rojo pardo, lo cual puede ser debido a la naturaleza del soporte, esto se observa sin cambios en un 100 % hasta el último día de la experiencia. (Ver Apéndice 3 Foto 34)

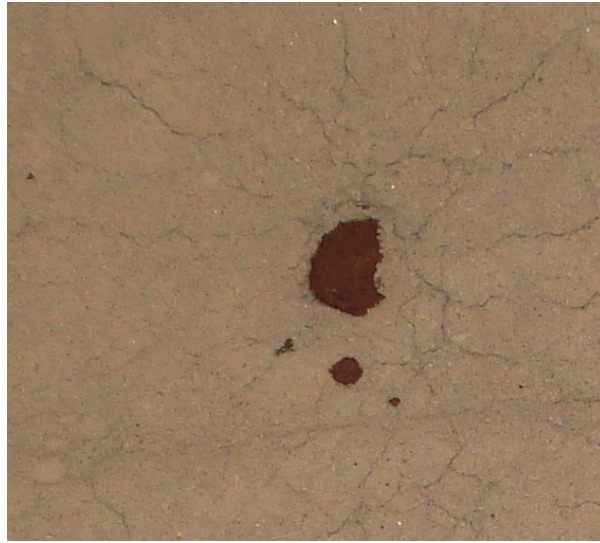


Foto 11- Muestra en Tierra día 2

La fotografía que se muestra a continuación ilustra la mancha de sangre en el día 30, la cual se puede ver que se he mantenido con la misma tonalidad que desde el día 2. (Ver Apéndice 3 Foto 35)

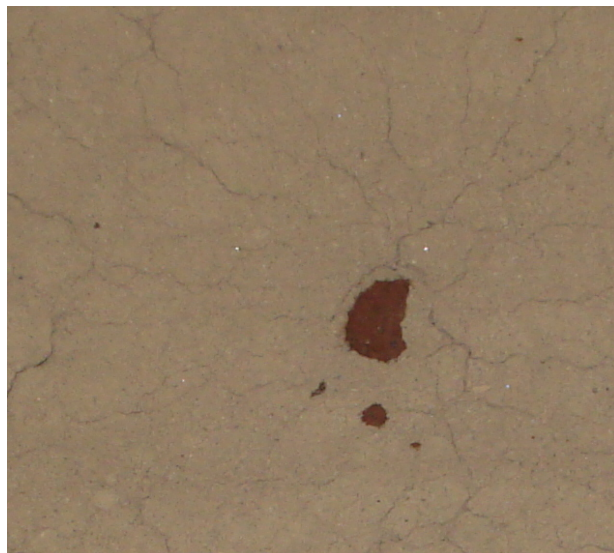


Foto 12- Muestra en Tierra día 30

3.- VARIACIONES MORFOLÓGICAS.

3.1.- Cerámica.

Las manchas de sangre del día uno se presentan con una forma circular con bordes irregulares, aparentando crestas, que se repiten esporádicamente alrededor de la mancha.

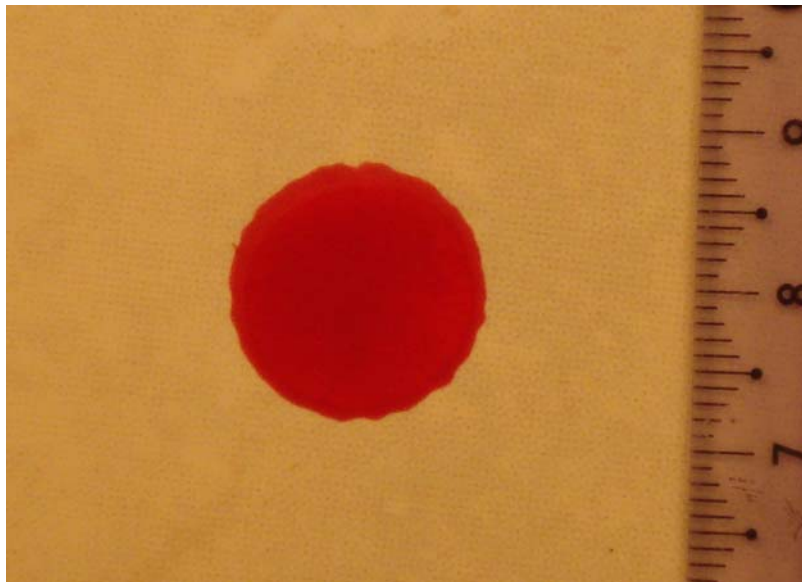


Foto 13- Muestra en Cerámica día 1

En el día dos, las manchas no se aprecian cambios significativos respecto a su superficie.



Foto 14- Muestra en Cerámica día 2

En el interior de las muestras se pueden observar quiebres en forma de rayos que van desde el centro hacia afuera de la gota y que llegan hasta la aureola que se ha mencionado anteriormente. Este quebrantamiento permite que se pueda apreciar la superficie en la cual está plasmada la mancha, y se observa levemente elevado del soporte contenedor.

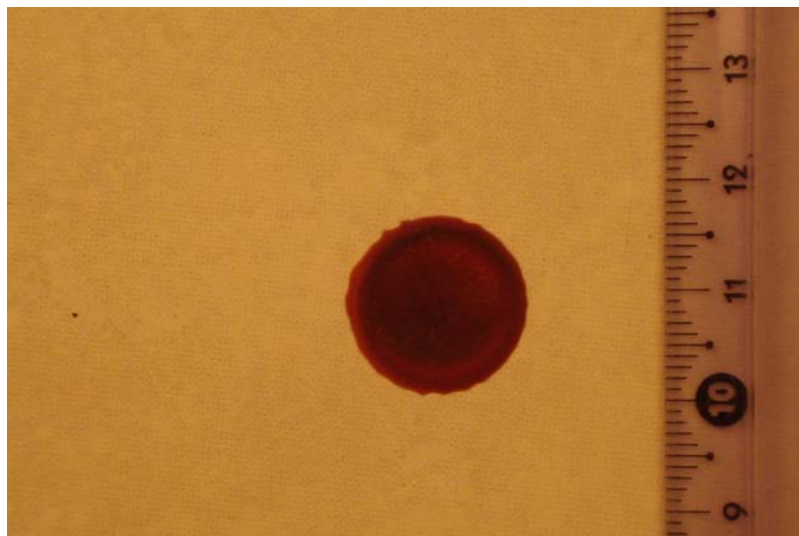


Foto 15- Muestra en Cerámica día 2

El quebrantamiento que se ha mencionado a lo largo de la descripción, comienza a desprenderse de la superficie contenedora a partir del día veinte, provocando la visualización del soporte en el centro de la mancha.



Foto 16- Muestra en Cerámica día 20

El desprendimiento de la sangre seca se volatiliza, quedando un espacio en el interior de la gota que permite observar la superficie, el material desaparece aparentando un raspado de la mancha. Esto cesa a partir del día veinticinco.

La siguiente fotografía, muestra el día mencionado, donde ha cesado el levantamiento de material. La sangre que no se volatilizo se advierte adherida a la superficie contenedora.

Se puede advertir que la separación del material con respecto al soporte, se acerca a los bordes de la mancha pero no los traspasa.

Lo descrito se observa en el 100 % de las muestras.

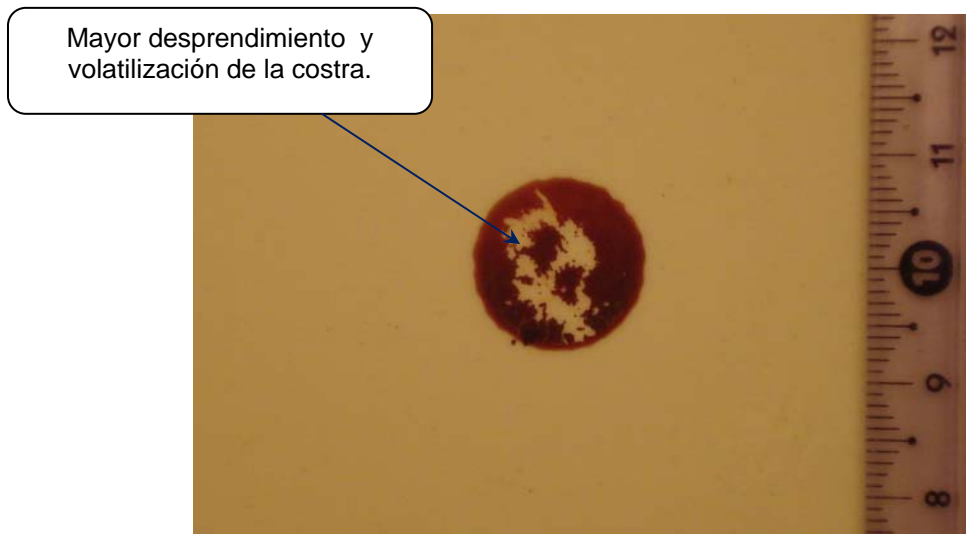


Foto 17- Muestra en Cerámica día 25

Para una mejor visualización del rompimiento de material, se edito la imagen original, y se logro con colores en contraste la siguiente imagen.

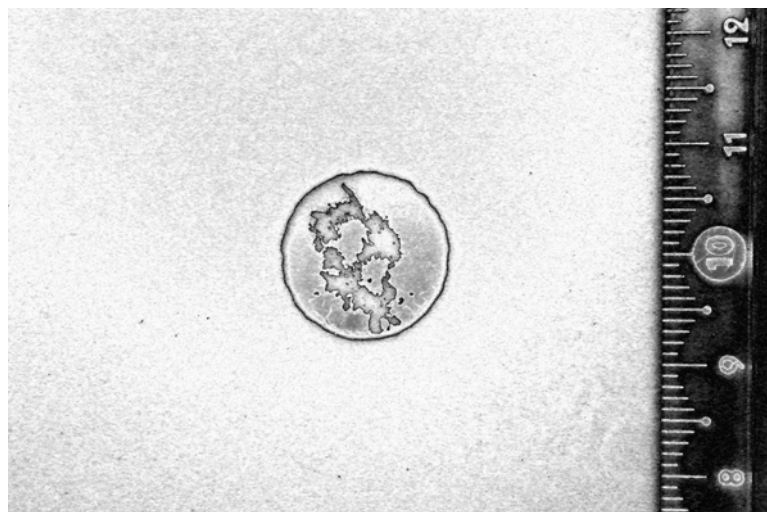


Imagen 3

La imagen que se muestra a continuación, es la extracción del contorno de una de las fotografías tomadas el primer día de la experiencia, como señala

los ejes cartesianos la gota tiene una medida aproximada de 17 mm teniendo en cuenta lo más alto y lo más ancho de la mancha.

Con el Programa Autocad se estableció el área que presenta la gota y es de 201,684 mm.

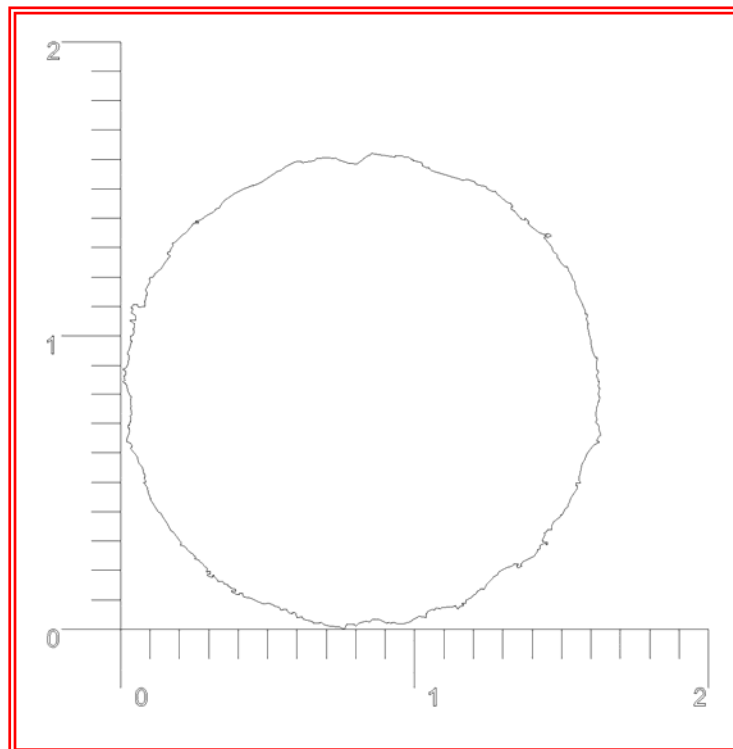


Imagen 4- Día 1

La imagen que se muestra a continuación, muestra el contorno de una de las imágenes del último día de la experiencia. Se advierte según el gráfico que la mancha presenta 16 mm, tanto en altura como de ancho. Para una mayor exactitud de su dimensión se tomo el área de la muestra con el programa ya mencionado la cual es de 199,892 mm.

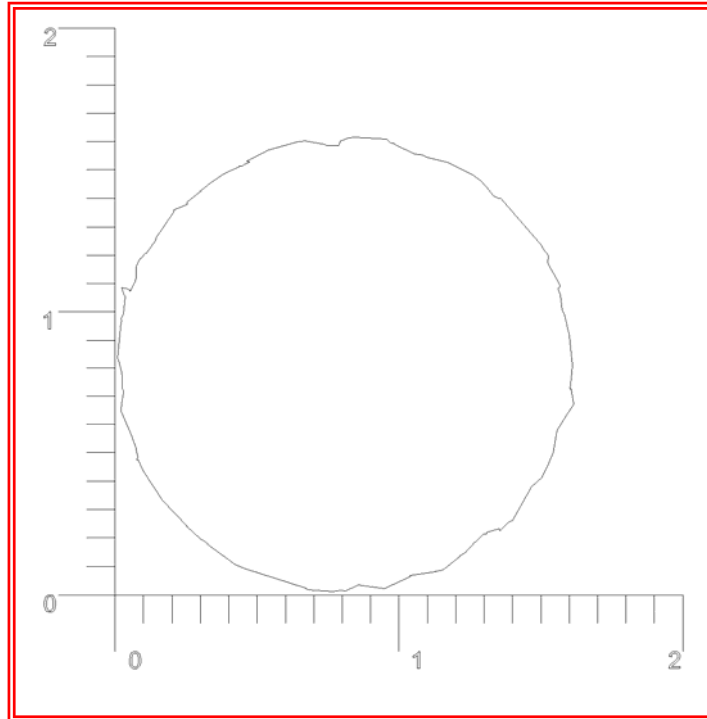


Imagen 5 - Día 30

3.2.- Vidrio.

En la primera observación realizada el día uno de la experimentación, la mancha de sangre se muestra circular y con los bordes formando una suerte de ondas en todo su alrededor, que son en algunos sectores más marcadas.

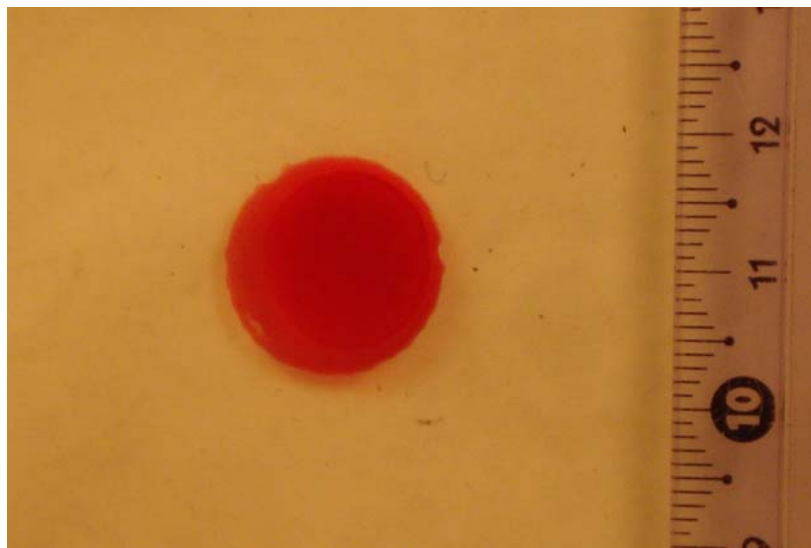


Foto 18- Muestra en Vidrio día 1

Al día siguiente del examen, los bordes se observan de igual manera a lo descrito con anterioridad sin cambios en el diámetro de la mancha.

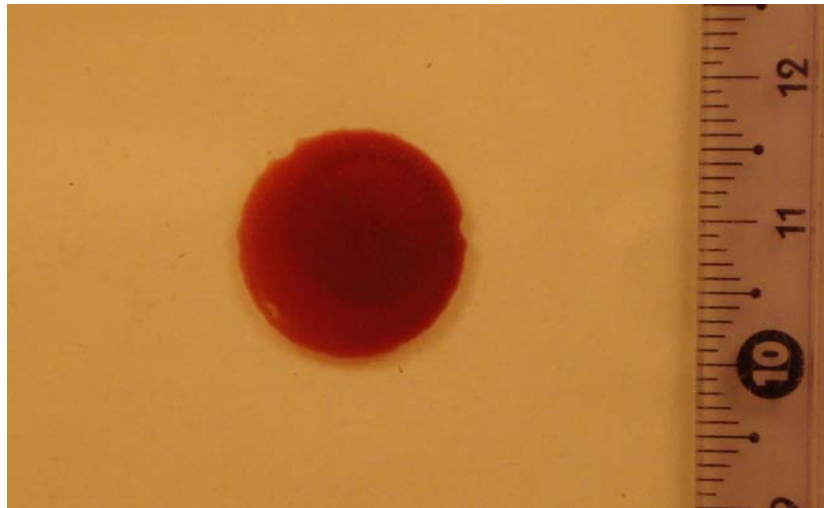


Foto 19- Muestra en Vidrio día 2

La siguiente imagen muestra el quiebre que se produce en el interior de la gota lo cual se aprecia en todas las muestras.

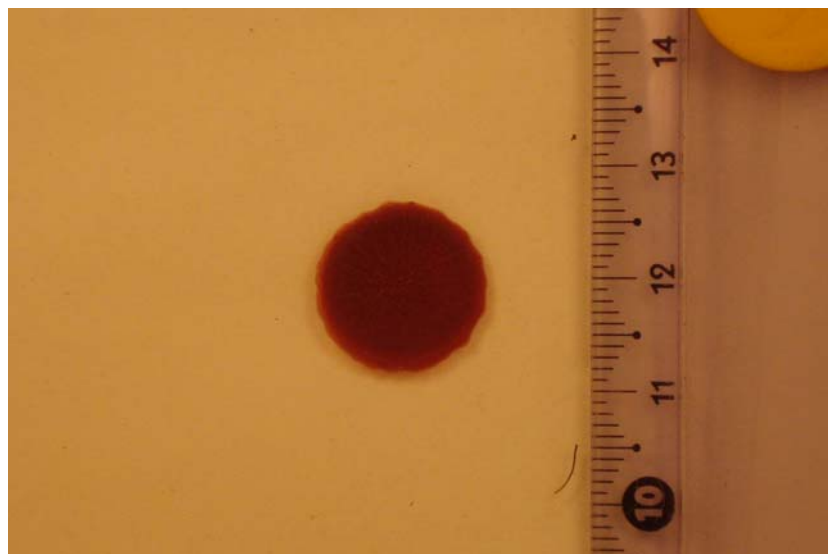


Foto 20- Muestra en Vidrio día 2

Al igual que las muestras de Cerámica se produce el rompimiento de la parte interior de las manchas al día veinte, observándose el mismo fenómeno descrito. Las costras se desprenden de la superficie mostrando la base de la misma en el interior de la mancha, las mismas se volatilizan dejando un orificio donde se desprendieron las costras, este fenómeno se mantiene constante hasta el día de finalización de la experiencia, es decir no se aprecia volatilización del material.

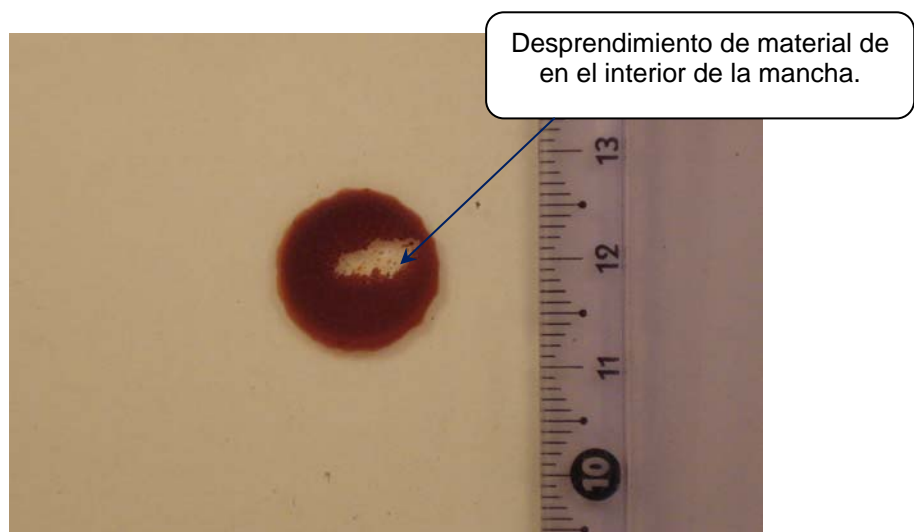


Foto 21- Muestra en Vidrio día 20

Con efectos de colores en contraste se logro la posterior imagen, para mayor apreciación del desprendimiento de material.

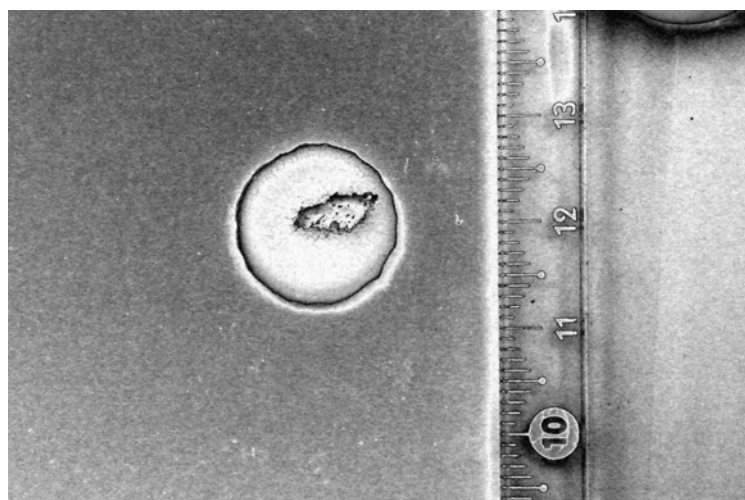


Imagen 6

La imagen que se observa a continuación muestra la mancha de sangre del primer día a la cual se le extrajo el contorno para su medición y arroja que la mancha presenta un área de 192,527 mm.

Según lo que muestra el gráfico la muestra mide 16 mm en lo más ancho y lo más alto de la mancha.

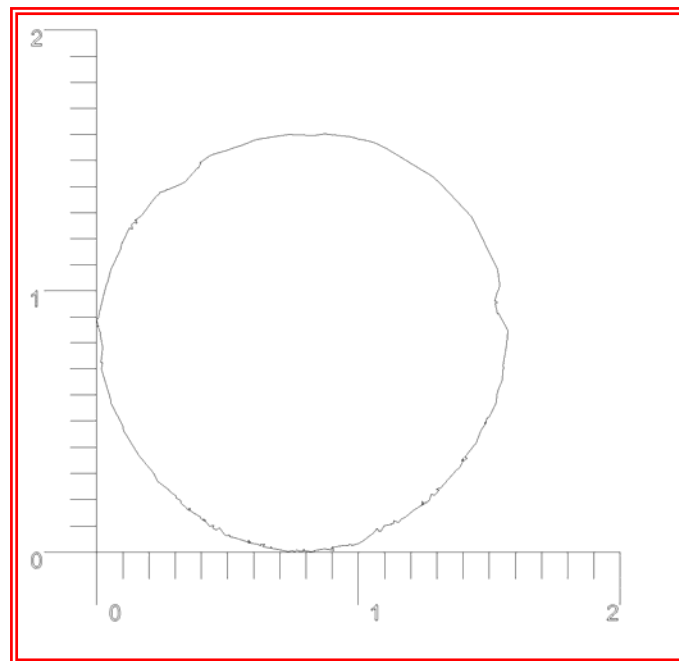


Imagen 7- Día 1

Si observamos la imagen del último día, ésta vislumbra según lo graficado una dimensión en alto y ancho de aproximadamente 16 mm.

Con lo extraído del programa la mancha presenta un área de 192,441 mm.

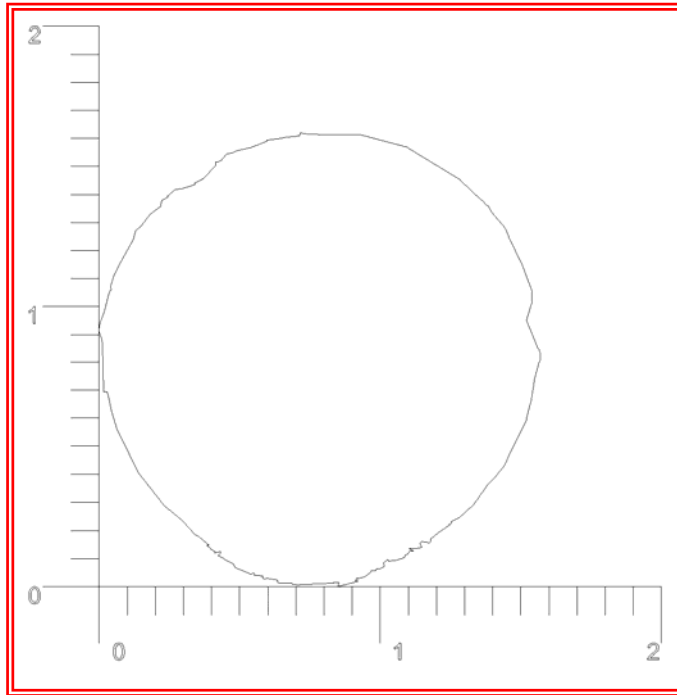


Imagen 8- Día 30

3.3.- Tierra

La morfología de la mancha de sangre en el día uno, se presentan en forma de una especie de media luna, con bordes irregulares y no se mantiene la salpica concentrada en un solo lugar, es decir que la mancha se observa con salpicas alrededor de la media luna mencionada. Estas salpicas se muestran también con los bordes irregulares, con formas de círculo o líneas estrelladas en la cercanía de la mancha más grande y a su alrededor.



Foto 22- Muestra en Tierra día 1

En el día dos, se observa en las mismas condiciones que el día uno.



Foto 23- Muestra en Tierra día 2

Al día tres, una de las salpicas localizada en el sector superior derecho, alrededor de la mancha central no se aprecia con la misma intensidad de tamaño, como así también en el sector superior izquierdo la salpica no se aprecia, se puede inferir que debido a la superficie donde se encuentra esta ha sido absorbida.

Esta imagen de contraste de colores deja visualizar de mejor forma lo descrito.

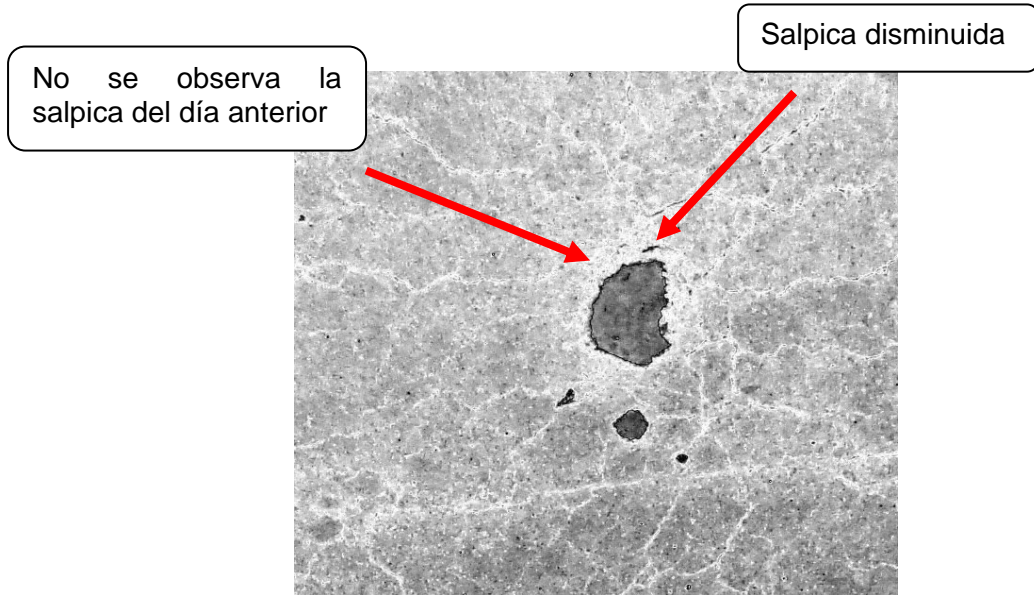


Imagen 9

A partir del cuarto día, en adelante la mancha central se observa elevada con respecto al nivel de la tierra en relación a los días anteriores, luego de este día no se advierten cambios en ninguna de las muestras hasta la finalización de la experiencia.

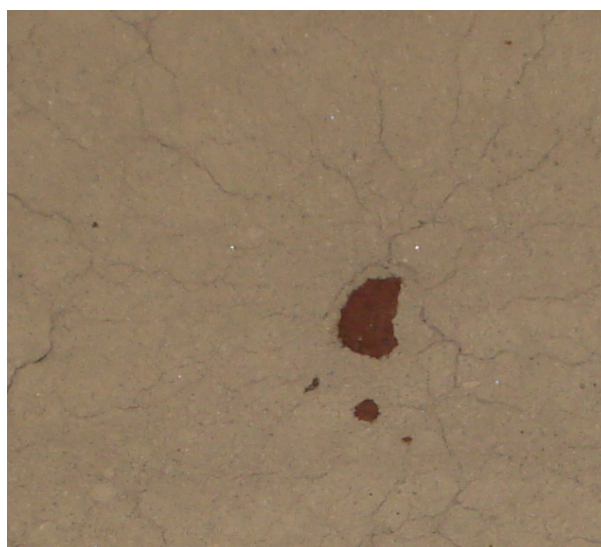


Foto 23- Muestra en Tierra día 30

Se graficaron de la misma manera que en cerámica y vidrio los siguientes gráficos que muestran las dimensiones de las manchas de sangre.

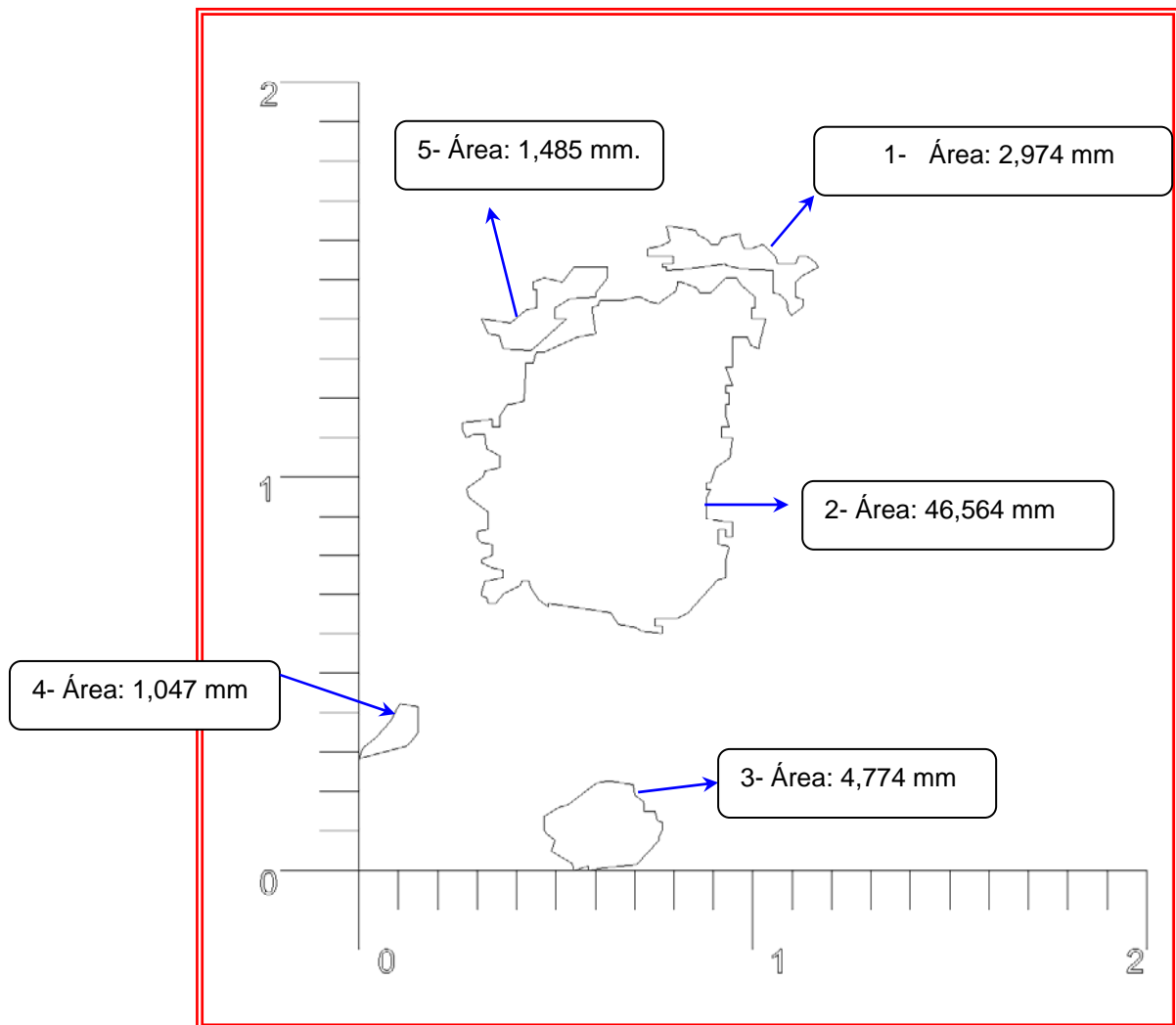


Imagen 10- Día 1

Se aprecia notablemente en el gráfico del día 30, que una de las salpicadas del sector superior izquierdo ha desaparecido y otra del sector superior derecho ha disminuido su tamaño.

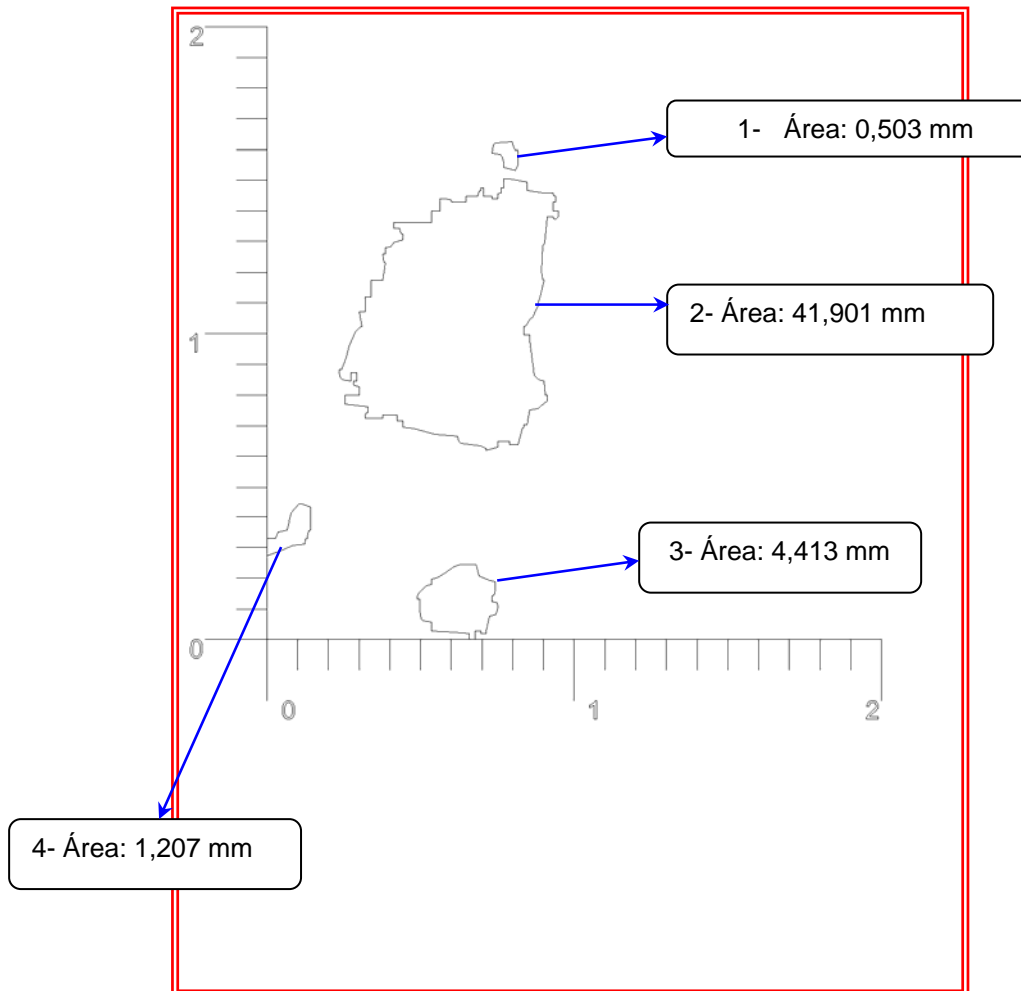


Imagen 11- Día 30

Las siguientes tablas muestran los cambios morfológicos significativos que se advirtieron en el transcurso de la experiencia hasta la finalización de la misma, logrando comparar las distintas muestras que se utilizaron, lo cual nos deja ver las diferencias y similitudes que se establecen entre ellas.

4.- EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

Tal como se esperaba, las manchas de sangre revelan variaciones cromáticas y morfológicas a lo largo del tiempo.

Dichas variaciones del mismo modo, se manifiestan en forma distinta de acuerdo a la superficie que contiene las manchas, en nuestro caso Cerámica, Vidrio y Tierra.

Por lo tanto, además del paso del tiempo, ya podemos ir adelantando que la superficie que contiene una mancha constituye una variable que debe ser tenida en cuenta por el perito en Criminalística; ya que podría tratarse de innumerable tipos, según sea la escena del hecho.

A continuación se realiza un análisis comparativo de como varían en las distintas superficies estos cambios (color y forma), dejando abierto la interrogante sobre cómo se comportarían en otro tipo de superficies.

4.1.- Cuadro de comparación de muestras de sangre en cuanto a la Variación Cromática

Muestra Día	Cerámica	Vidrio	Tierra
Día 1	Color rojo vivo, al momento de la impregnación, en la aureola rojo más tenue.	Color rojo vivo con una manifestación de una aureola externa en rojo más tenue.	Las muestras se aprecian con una coloración rojo óxido.
Día 2	Color purpura en toda la superficie de la gota y la aureola se observa separada del resto con color rojo vino.	Variación de color de rojo vivo a rojo rubí. Con formación de estrías en el centro que permiten ver la superficie. Y una coloración rojo vino en el centro.	Atenuación del rojo óxido a rojo pardo.
Día 3	Las zona del anillo se aprecia de color rojo negruzco.	Permanece constante	Permanece constante

Día 5	Permanece constante	Oscurecimiento de la mancha la zona de color rojo rubí se aprecia de rojo vino y el sector central se torna rojo negruzco. Aumento del estriado con mayor apreciación de la superficie de apoyo de la mancha.	Permanece constante
Día 10	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 15	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 20	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 25	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 30	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante

4.2.-Cuadro de comparación de muestras de sangre en cuanto a la Variación Morfológica

Muestra Día	Vidrio	Cerámica	Tierra
Día 1	La mancha se observa de forma circular con bordes irregulares que se repiten de forma esporádica alrededor de la misma, en el exterior se forma una aureola que se seca de forma casi inmediata luego de la impregnación en la superficie.	Presenta una forma circular con bordes irregulares que forman una suerte de cresta, en la circunferencia externa de la gota se forma una aureola que se seca de forma casi inmediata luego de la impregnación en el soporte.	Se percibe la mancha en forma de media luna con salpicas en ciertos puntos a su alrededor, generalmente en el sector inferior de la misma.
Día 2	A partir de la aureola se advierten estrías que permiten ver la superficie y que llegan al centro de la mancha.	Se aprecia la aureola Se observa una costra en las superficies que forman un estrellado que va desde el centro hacia afuera y llegan hasta la aureola.	No hay cambios en la superficie de la media luna. Una de las salpicas se observa disminuida.
Día 3	Permanece constante	Permanece constante	La mancha se observa elevada con respecto a la superficie.
Día 5	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 10	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante

Día 15	Permanece constante	Permanece constante	Permanece constante
Día 20	Las manchas comienzan a desprenderse a partir de las quebraduras y se volatilizan dejando ver aún más la superficie.	Se visualiza un desprendimiento de la costra que comienza en los rayos y deja ver la superficie de apoyo de la mancha.	Permanece constante
Día 25	Permanece constante	Se observan mayores desprendimientos del material, que cesan en el día 25.	Permanece constante
Día 30	Permanece constante	Permanece contante.	Permanece constante

El cuadro anterior corresponde a una observación macroscópica de las muestras, respecto a las variaciones morfológicas que pudieron observarse en las mismas.

Diagnosticada, y verificada dicha variación se procedió con la ayuda del software adecuado (Autocad) a medir las superficies de dichas muestras, marcando solo las correspondientes al día 1 y al día 30.

Para ello, se tomaron las distintas fotografías de las cuales se logro determinar su área total en milímetros, las cuales comparadas con las muestras sucesivas acusaron una disminución conforme las siguientes tablas:

Manchas de Sangre Cerámica	Día 1	Día 30	Variación
Área	201,684 mm	199,892 mm	1, 792 mm

Mancha de Sangre Vidrio	Día 1	Día 30	Variación
Área	192,527 mm	192,441 mm	0,086 mm

Mancha de Sangre Tierra	Área Día 1	Área Día 30	Variación
1	2,974 mm	0,503 mm	2,471 mm
2	46,564 mm	41,901 mm	4,663 mm
3	4,774 mm	4,413 mm	0,361 mm
4	1,047 mm	1,207 mm	0,16 mm
5	1,485 mm	0 mm	1,485 mm

En el punto 2 y 3 de este Capítulo (Variaciones Cromáticas y Variaciones Morfológicas) se muestra a título ilustrativo dichas variaciones para lo cual se exponen las fotografías más relevantes que permiten apreciar que existieron cambios a través del tiempo en las manchas estudiadas, situación

que se repitió en la mayoría de las muestras; es decir treinta manchas por cada superficie lo que totalizo 2700 fotos.

5.- ACLARACIONES

Es importante aclarar algunos elementos que llevaron a la determinación del presente trabajo de investigación.

Se tuvo especial énfasis en la correcta creación de las muestras con la utilización de los diversos instrumentos para lograr manchas de sangre con el mismo volumen de concentración, y de esta manera homogeneizar las muestras a estudiar.

Como así también se procuro que fuera correcta la toma de las fotografías, lo que permitió lograr la posterior comparación representativa entre ellas y que el cotejo fuera el adecuado.

Previamente a la determinación del área se tuvo en cuenta que la dimensión de la imagen al ser pasada a la PC, varia el tamaño real de las manchas, por lo cual se tuvo en cuenta: los pixeles de la Cámara con la que fueron sacadas, el número de colores que tiene la imagen, el zoom que fue utilizado y la distancia focal.

Las técnicas que se utilizaron para la determinación del área de las muestras son de suma confiabilidad, ya que los programas que se utilizaron son específicos para este tipo de mediciones.

Para la realización de las muestras la sangre utilizada para la experiencia, contenía anticoagulante (EDTA), debido a esto, la sangre no actuará de igual forma que sin este compuesto, ya que con él, el líquido sanguíneo retardará su secado.

Las determinación de los colores que presentan cada una de las muestras fue comparado con una determinada carta de colores, para obtener los mismos resultados en el estudio de un caso en particular, se deberá utilizar la misma paleta de colores para que coincidan con esta investigación, además de esto es importante tener en cuenta que de acuerdo a las diversas

impresoras, PCs, papeles de impresión, y a causa de percepción de cada persona las tonalidades pueden cambiar. Pero es importante tener en cuenta que no interesa la carta que se utilice para la determinación de las variaciones de los colores, ya que los cambios de las manchas serán equivalentes.

Es importante aclarar que debido a que no se observaron cambios significativos a la hora de la medición diaria de las muestras y a causa de la disminución paulatina de las manchas, los gráficos que ilustran los cambios en cuanto a la variación de las superficies de las manchas analizadas, son solo los realizados en el día 1 y 30, pero con el fin de mostrar el cambio concluyente. Es decir, que se representa gráficamente lo que mejor se visualiza de los cambios, lo que no quiere decir que el día uno presentaba una superficie que cambio abruptamente en el día treinta.

Una de las causas de los cambios producidos en las manchas, se produjo por las diferencias de los soportes utilizados. Ya sea por su color, capacidad de absorción, refracción y reflexión de la luz, por sus diversas texturas, etc.

Si bien los cambios de las manchas de sangre expuestos al factor tiempo no son significativos, se recomienda la modificación de algunas de las variables que fueron utilizadas en ésta, ya que se apreciaron en observaciones posteriores que las muestras sufren cambios en las dimensiones de las manchas cuando el periodo de tiempo es mayor. También se puede realizar con la variación de la temperatura.

CAPITULO VII

GLOSARIO

Ácuico: El suelo está saturado con agua.

Ándicas: es una propiedad del suelo que están en climas fríos húmedos y que contienen abundante carbono orgánico, se puede desarrollar propiedades ándicas con o sin la influencia del vidrio volcánico.

Antigüedad: Calidad de antiguo, que existe o sucede desde hace mucho tiempo. Periodo de tiempo corrido desde que se obtiene un empleo o cargo.

Árido: Hay marcado déficit de humedad en el suelo durante la mayor parte del año

Bioquímica hematológica: Este tipo de examen permite conocer si la mancha corresponde a sangre y si esta es humana o no.

Color: El color es una sensación que producen los rayos luminosos en los órganos visuales y que es interpretada en el cerebro. Se trata de un fenómeno físico-químico donde cada color depende de la longitud de onda. Los cuerpos iluminados absorben parte de las ondas electromagnéticas y reflejan las restantes. Dichas ondas reflejadas son captadas por el ojo y, de acuerdo a la longitud de onda, son interpretadas por el cerebro

Crimen: Delito grave que consiste en matar, herir o hacer daño a una persona. Desde el punto de vista del derecho, el crimen es una conducta, una acción o una omisión tipificada por la ley que resulta antijurídica y punible. Un crimen, por lo tanto, viola el derecho penal.

Criminalística: La Criminalística es una *Ciencia auxiliar del derecho positivo, cuya trasgresión le faculta el aporte de pruebas indiciarias para el total esclarecimiento de la verdad real.* (JUAN, H. 2002)

Cromático: Parte de la óptica que comprende el estudio de la dispersión, descomposición y recomposición de la luz. Aplicase al cristal o al instrumento óptico que presentan al ojo del observador los objetos irizados.

Data: Indicación del tiempo y lugar en que se ejecuta o sucede una cosa y en especial la que se pone al principio o al final de una carta o documento.

Datación: Acción y efecto de datar. Método para establecer la edad de los restos arqueológicos, estratos geológicos, etc. Fijación de la fecha p creación de un suceso.

Edafoclima: Perteneiente o relativo al suelo y al clima.

Estrados judiciales: Son los sitios donde se realiza la administración de justicia, de acuerdo a lo que dictan las leyes.

Fibrinógeno: esta sustancia coagula por acción de la trombina, transformándose en fibrina. El fibrinógeno se origina en el hígado, quizás sólo en él. En condiciones normales hay de 200 a 350 mg de fibrinógeno por cada 100 ml de plasma.

Forma: Disposición de las partes de un todo. Aspecto o figura externa de la cosas.

Fotografía Digital: La nueva tecnología de imágenes digitales, permite que el rollo de película o material fotosensible sea suplantado por sensores de imágenes digitales. Por lo cual, el paso de revelado no existe como tal, por lo que la imagen obtenida, es guardada en la cámara y comúnmente es pasada luego a un ordenador. (Prueger 2009)

Glóbulos Blancos: Los glóbulos blancos o leucocitos forman parte de los efectores celulares del sistema inmunológico, utilizan la sangre como vehículo para tener acceso a diferentes partes de la anatomía. Los leucocitos son los

encargados de destruir los agentes infecciosos y las células infectadas, y también segregan sustancias protectoras como los anticuerpos, que combaten a las infecciones.

Glóbulos Rojos: Los Hematíes o eritrocitos se forman en la médula ósea. No son considerados exactamente células, ya que estos corpúsculos, carecen de núcleo y orgánulos, debido a esto no pueden ser considerados exactamente células. Contienen algunas vías enzimáticas y su citoplasma está ocupado casi en su totalidad por la hemoglobina. El dióxido de carbono, contrario a lo que piensa la mayoría de la gente, es transportado en la sangre. En la membrana plasmática de los eritrocitos están las glucoproteínas que definen a los distintos grupos sanguíneos y otros identificadores celulares.

Hemoglobina: Es un pigmento que le otorga a la sangre su color rojo característico, lo que ocurre solamente cuando el glóbulo rojo contiene oxígeno, es una proteína que contiene el grupo “hemo”, está contenida exclusivamente en los glóbulos rojos. También transporta el dióxido de carbono, la mayor parte del cual se encuentra disuelto en el plasma sanguíneo. Tras una vida media de 120 días, los eritrocitos son destruidos y extraídos de la sangre por el bazo, el hígado y la médula ósea, donde la hemoglobina se degrada en bilirrubina y el hierro es reciclado para formar nueva hemoglobina.

Hematina: Materia colorante ferruginosa que existe en la sangre. Parte de ciertas moléculas que contiene hierro. La parte de hematina de la hemoglobina es la sustancia del interior de los glóbulos rojos que se une al oxígeno de los pulmones y lo lleva a los tejidos.

Indicios: El término “indicio” proviene del latín *indicium*, significa signo aparente y probable de que existe alguna cosa. Es sinónimo de seña, muestra o indicación.

Está constituida por todos aquellos elementos que son percibidos mediante la aplicación de nuestros sentidos en un presunto hecho delictuoso. Se conoce también como material sensible significativo a todo objeto,

instrumento, huella, marca, rastro, señal o vestigio que se usa o se produce en la comisión de un hecho presuntamente delictuoso.

Isohietas: La isohieta es una isolínea que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se puede diseñar un gran número de planos con isohietas.

Isotermas: La isoterma es un elemento y una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada. En un plano cartográfico, la isoterma es una curva que une aquellos puntos que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada.

Lixiviación: La lixiviación, o extracción sólido-líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la elución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

Lugar del hecho: También llamado escenario del hecho. El lugar del hecho es aquella porción de espacio donde se materializó el acto o susceptible de revelarse por vestigios objetivamente constatables, es la fuente por excelencia de los indicios pesquisables inmediatamente, capaces de posibilitar el esclarecimiento de un hecho. (SILVEYRA J.O. 1998)

Es todo sitio o terreno en que se haya producido una acción u omisión humana sea en forma dolosa, culposa, accidental o natural, cuya consecuencia requiera la intervención de la Justicia a través de los cuerpos o grupos especiales de investigación criminal. (JUAN, H. 2002).

Luz: La palabra luz proviene del latín *lux, lucis*. Es el agente físico que permite que los objetos sean visibles. El término también se utiliza para hacer mención a la claridad que irradian los cuerpos. Es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano. En física, el término luz se usa en un sentido más amplio e incluye todo el campo de la radiación conocido como espectro electromagnético.

Manchas sanguíneas: Las manchas sanguíneas constituyen la base del estudio de la hematología forense reconstructora. Estudia su mecanismo de producción, su forma, extensión, situación, cantidad y orientación, tamaño, color y aspecto.

Morfología o hematología morfológica: Es la forma que presentan las maculaciones, que nos permite reconstruir la mecánica de producción de las mismas.

Morfológico: Disciplina que estudia la generación y las propiedades de la forma.

Plaquetas: Se producen en la médula ósea. Son fragmentos celulares son pequeños, ovales y sin núcleo. Las plaquetas sirven para taponar las lesiones que pudieran afectar a los vasos sanguíneos. En el proceso de coagulación (hemostasia), las plaquetas contribuyen a la formación de los coágulos (trombos), así son las responsables del cierre de las heridas vasculares.

Plasma: Es la porción líquida de la sangre en la que están inmersos los elementos formes. Es de color amarillento traslúcido y es más denso que el agua. Está compuesto por una mezcla de proteínas, aminoácidos, glúcidos, lípidos, sales, hormonas, enzimas, anticuerpos, urea, gases en disolución y sustancias inorgánicas como sodio, potasio, cloruro de calcio, carbonato y bicarbonato. El plasma sanguíneo es esencialmente una solución acuosa de composición compleja conteniendo 91% agua, y las proteínas el 8% y algunos rastros de otros materiales. Además de transportar las células de la sangre, lleva también los alimentos y las sustancias de desecho recogidas de las células. La fracción fluida que queda cuando se coagula la sangre y se consumen los factores de la coagulación, es el suero sanguíneo.

Proceso enzimático: Proceso que involucra a las enzimas, proteínas cuya función es catalizar reacciones. La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo que representa el estado de transición.

Procoagulantes: Precursor u otro agente que interviene en la coagulación de la sangre. El fibrinógeno y la protrombina son dos ejemplos.

Protrombina: no coagula al fibrinógeno necesita la presencia del ión calcio y sustancias que hay en las plaquetas y en el plasma que la transforman en trombina. Se forma en el hígado y este necesita la presencia fundamental de la vitamina K.

Química Forense: Es la rama de la Química que se encarga de estudiar la composición interna y propiedades de los cuerpos y sus transformaciones, la misma es fundamentalmente analítica ya que cuantifica (medir cantidades en magnitudes establecidas), clasifica (ordenar y separar en diferentes clases) y determina los diferentes indicios que se pueden hallar en el escenario de un crimen o bien en lugares donde se produjo un ilícito.

Scopometría: Esta especialidad se denomina modernamente “Reconstrucción Criminal”. La palabra Scopometría proviene de dos vocablos de origen griego: “*scopein*” y “*metría*”, que llevados a nuestra lengua significa “tomar medidas del cuerpo”.

Sangre: Es un tejido fluido que circula por capilares, venas y arterias de todos los vertebrados. Debido a la presencia del pigmento hemoglobínico, presenta color rojo. Tiene una fase sólida que incluye a los glóbulos blancos, los glóbulos rojos y las plaquetas y una fase líquida, representada por el plasma sanguíneo. Su función principal es la logística de distribución e integración sistémica, cuya contención en los vasos sanguíneos admite su distribución hacia casi todo el cuerpo.

Serología hematológica: Permite investigar la presencia de anticuerpos en sangre. Establece a través de un examen la presencia previa de un microorganismo patógeno y por consiguiente la capacidad de respuesta de un individuo a una infección.

Soporte: Es toda superficie (cuerpo, ropas, suelo, murallas, vidrios, etc.) que puede recibir manchas de cualquier naturaleza, como por ejemplo sangre.

Suero sanguíneo: Es el componente de la sangre resultante tras permitir la coagulación de ésta y eliminar el coágulo de fibrina y otros componentes. Para obtener el suero, se deja que se coagule y se centrifuga, no se le coloca anticoagulante. Es de un color amarillo, un poco más intenso que el plasma.

Temperatura: La temperatura es una propiedad física que tiene la materia que cuantitativamente expresa las nociones comunes de calor y frío.

La temperatura de una sustancia típicamente varía con la velocidad media de las partículas que contiene, es decir, que es proporcional a la media de energía cinética de sus partículas constituyentes. Formalmente, la temperatura se define como la derivada de la energía.

Trombina: Coagula las soluciones de fibrinógeno y durante la coagulación se forma a expensas de la protrombina. La trombina aumenta la velocidad de coagulación. Esta actúa sobre el fibrinógeno desdoblado sus moléculas y permitiendo la formación de fibrina.

Údico: No hay déficit sino un excedente moderado de agua en el perfil del suelo.

Uniformes: Dícese de dos o más cosas de igual forma.

Ústico: Hay un déficit moderado y las precipitaciones son monzónicas.

Variable: Dícese de la cantidad que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto determinado. Variación o diferencias entre las diversas clases o formas de una cosa.

Xérico: déficit moderado y las precipitaciones son invernales, es decir un clima de tipo Mediterráneo

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis que se estableció para la presente investigación “...***Si las manchas de sangre con anticoagulante depositadas en distintas superficies sufren variaciones cromáticas y morfológicas uniformes a través del tiempo, entonces es posible determinar su antigüedad...***” se concluye de manera positiva, ya que se pudo demostrar que el factor tiempo influye en las superficies sometidas a estudio, manteniéndose una temperatura constante.

En la observación que se efectuó en cuanto a la morfología de las manchas de sangre, se establece que en cerámica, vidrio y tierra las muestras han sufrido cambios que se producen a partir del primer día de la experimentación.

En el caso de las superficies, cerámica y vidrio, las manchas comienzan a oxidarse y provocan cambios que llevan al levantamiento y volatilización de las costras de las manchas lo cual cambia notablemente la forma inicial de las gotas.

En cuanto la tierra, se aprecia que debido a la distinta naturaleza del soporte con respecto a las otras dos superficies, las manchas no muestran los mismos indicios, empero hay cambios en su morfología.

De la misma manera se observaron variaciones en cuanto a la cromaticidad de las muestras expuestas, que se exponen desde el primer día con un color rojo vivo y que van al rojo púrpura en el caso de la cerámica y el vidrio de rojo vivo a rojo vino. En la superficie de cerámica los cambios cesan a partir del día tres y en la superficie vidrio los cambios cromáticos finalizan a partir del día cinco.

Con respecto a las manchas de la tierra, el primer día de exposición de la mancha se observan de color rojo óxido y al segundo día este último se atenúa a rojo pardo, luego de esta observación no se perciben cambios en el color de las manchas hasta la finalización de la experiencia.

Las muestras observadas se comportaron de igual manera en el 100 % de las manchas obtenidas en la investigación tanto para el color y la forma y en todas las superficies sometidas a estudio.

Por lo tanto, la hipótesis planteada en la presente investigación ha sido verificada, ya que los cambios presentan características de Uniformidad y Variedad.

Como aporte a la ciencia Criminalística se estima que ante un caso concreto el investigador podría construir con los patrones establecidos en esta investigación, la datación de una mancha de sangre, ya que dichos parámetros obedecen a un fenómeno, lo cual establece una referencia.

De surgir un caso de similares características el perito deberá establecer que elementos modificar de esta investigación para su caso en particular, por lo tanto mediante los parámetros ya establecidos y las modificaciones necesarias para su caso, podrá arribar a conclusiones dogmáticas, reproduciendo sobre superficies idénticas una mancha de sangre.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es posible establecer la antigüedad de manchas de sangre con agregado de anticoagulante, teniendo en cuenta el aspecto externo de las mismas, como lo es la morfología y la cromaticidad, sobre las superficies cerámica, vidrio y tierra, expuestas a temperatura constante.

TORRES, Eliana Analía.

BIBLIOGRAFIA

- **BARBAGALLO, Florencia.** *“Antigüedad de Manchas de Sangre: Influencia de la temperatura para la datación de una mancha de sangre sobre tela de lienzo”* Tesina de Grado. Licenciatura en Criminalística. Universidad del Aconcagua. Mendoza. Año 2010.
- **BUNGE, Mario.** *“La ciencia su método y su filosofía”*, Ediciones Siglo Veinte. Buenos Aires. Año 1960.
- **CALABUIG, Gisbert.** *“Medicina Legal y Toxicología”* (6ª Edición). Ed. Masson. Barcelona, España. Año 2004.
- **DURAN, Ester.** *“El Peritaje Médico Legal y su Valoración Jurídica”*. Universidad de Concepción. Chile 1957.
- **COLOMBIA, M. D.** (1989). *Manual de criminalística*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- **GASPAR, Gaspar.** *“Nociones de Criminalística e Investigación Criminal”* Ed. Universidad. Bs. As. Año 1993.
- **GUZMAN, Carlos A.** *“Manual de Criminalística”*, Ediciones La Roca. Argentina. Año 2000.
- **GROSS, Hans.** *“El manual del Juez de Instrucción como sistema de Criminalística”*. Año 1893.
- **I.N.T.A.** Estudios de suelos del sur mendocino:, Proyecto San Rafael, Tomo I y Tomo II. Año 1982.
- **JUAN, Héctor Raúl.** *“Introducción a la Criminalística”*. Editorial Universidad del Aconcagua. Año 2002.

- **MARTIN Aimé Tamara.** “*Estudio de Manchas de Sangre sobre Tela de Raso*” Tesina de Grado. Licenciatura en Criminalística. Universidad del Aconcagua. Mendoza. Año 2009.
- **Matthew E. Johlt.** “*Química e Investigación Criminal*”. (versión española traducida por José Costa López) Barcelona. Año 2008.
- **Mc DONELL, Herbert León.** “*Patrones de Manchas de Sangre (Bloodstain Patterns)*” *second revised edition*. Año 2005.
- **Mc DONELL, Herbert León.** “*Características del Vuelo y Patrones de la Mancha de Sangre Humana (Flight Characteristics and Stain Patterns of Human Blood)*” U.S. Department of Justice. Año 1971.
- **MONTIEL SOSA, Juventino.** “*Criminalística*” Tomo I, Ed. Limusa Noriega. DF México. Año 1994.
- **PEREA, DANIEL A.** “*Guía para la preservación de las pruebas en el lugar del hecho*” Revista científica semestral de criminalística Indicios. Año 2 vol. 2. La Rioja, Argentina. Año 2011.
- **PRUEGER, Enrique.** Criminalística Aplicada. “*Investigación Metanalítica de Homicidios*”. Año 2009.
- **PIOTROWSKI, Edward** “*Origen, Forma, dirección y Distribución de las manchas de sangre que se producen por lesiones de golpes en la cabeza*”. Año 1895.
- **RAFFO, Osvaldo H.** “*La Muerte Violenta*” (1ª Edición. 6ª reimpresión) Ed. Universidad. Buenos Aires. Año 2004.
- **REGAIRAZ, María Cecilia** “*Catalogo de Recursos Humanos e Información relacionada con la temática Ambiental en la Región Andina Argentina*” Mendoza, San Rafael. Año 2009.
- **SEARS, Francis W.** ZEMANSKY Mark W., YOUNG Hugh D. “*Física Universitaria*” *Sexta edición en español*, Ed. Addison – Wesley Iberoamericana, año 1988.

- **SIMONIN, Camille**, “*Medicina Legal Judicial*”. JIMS. Barcelona. España. Año 1973.
- **SILVEYRA, José Omar**. Revista de la Policía Federal Argentina. Núm. 6. Año 1998.
- **TORQUEMADA O. Ignacio A. M.** “*Estudio Morfológico de Manchas de Sangre por Goteo Estático*” Tesina de Grado. Licenciatura en Criminalística. Universidad del Aconcagua. Mendoza. Año 2005.

Páginas de Internet

- http://es.wikipedia.org/wiki/Circulaci%C3%B3n_de_la_sangre
- <http://books.google.com.ar/books?id=aM6hNdjHRSgC&pg=>
- <http://www.scribd.com/doc/13328121/LA-CRIMINALISTICA-IV>
- <http://www.scribd.com/doc/4877732/INTRODUCCION-A-LA-BIOLOGIA-FORENSE>
- <http://www.enotes.com/forensic-science/time-death>
- <http://www.scribd.com/doc/6625953/Clase005-Manchas-Bioquimica-Forense>
- <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0005110>
- <http://books.google.com.ar/onepage&q=fisica%20general&f=false>
- <http://www.arqhys.com/construccion/ceramica-tipos.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>
- <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap06.htm>
- <http://hnnbiol.blogspot.com.ar/2008/11/tejido-sanguineo.html>

Apéndice 1

Es importante tener en cuenta que en la presente tesina se realizaron pruebas complementarias que se explican a continuación:

Para mayor especificidad en la investigación se tomaron 90 muestras con gotero manual con sangre facilitada por un bioquímico matriculado, y se efectuó el mismo procedimiento que se explica a lo largo de la tesina. Se realizó una observación y retrato de cada mancha en todas las superficies, se cotejaron las gotas del primer día hasta el último y se obtuvieron resultados similares a las muestras realizadas con goteo estático.

El mismo bioquímico nos facilitó nuevamente distintas muestras de sangre de sus pacientes, con las cuales se realizaron otras 90 muestras, y a continuación se efectuaron los mismos pasos dichos en el último párrafo. Esto se realizó con sangre de sexo femenino y masculino. Los resultados fueron similares a los establecidos en la tesis.

Las gotas realizadas con sangre proveniente de una persona de sexo masculino presentan características similares a las manchas de personas de sexo femenino, pero esto no es específico de nuestra investigación lo cual se propone para futuros estudios.

Apéndice 2

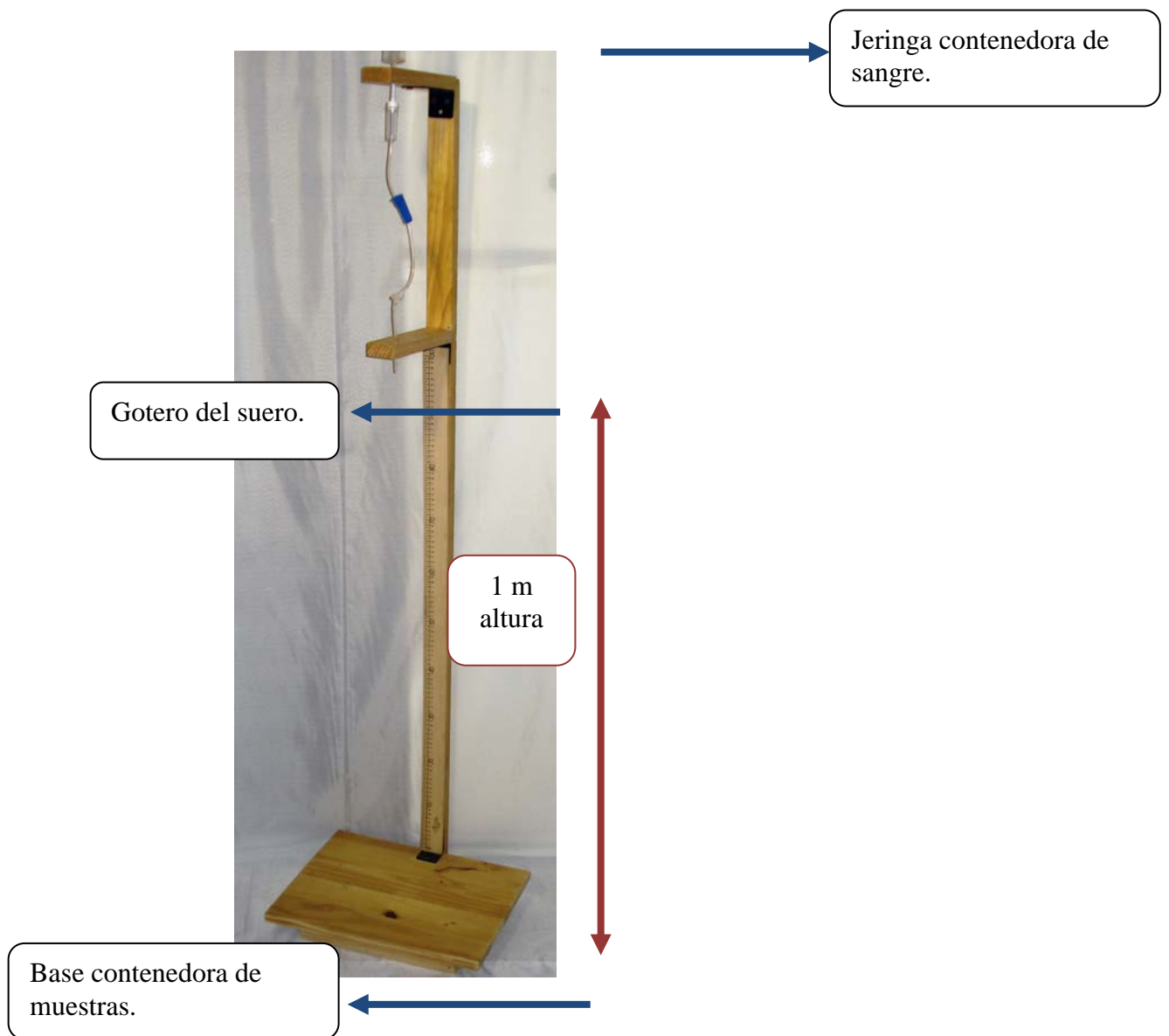
Instrumentos para recolección de las muestras

A continuación se exponen los instrumentos que fueron utilizados para la realización de la investigación.

Dispositivo

Con la sangre que el bioquímico nos facilitó extraída a sus pacientes, se realizaron otras 90 muestras, y a continuación se efectuaron los mismos pasos dichos en el ante último párrafo. Esto se realizó con sangre de sexo femenino y masculino. Los resultados fueron similares a los anteriores.

Las gotas realizadas con sangre proveniente de una persona de sexo masculino presentan características similares a las manchas de personas de sexo femenino, pero esto no es específico de la investigación y se dejan para futuras investigaciones.



Gotero Medicinal

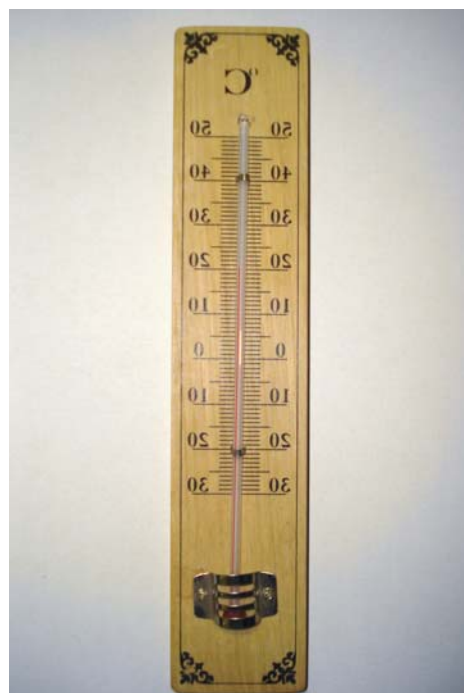
Para mayor especificidad en la investigación, se realizaron pruebas complementarias, con gotero manual a la misma distancia.

Para una mayor exactitud de la investigación se realizaron 90 muestras más con gotero manual, y se efectuó el mismo procedimiento anteriormente explicado. Se procedió a la observación y retrato de cada mancha en todas las superficies, se cotejaron las gotas del primer día hasta el último y se obtuvieron resultados similares a las muestras realizadas con goteo estático.



Termómetro de ambiente

Permite determinar fehacientemente la temperatura exacta a la que se mantuvieron las muestras en la heladera.



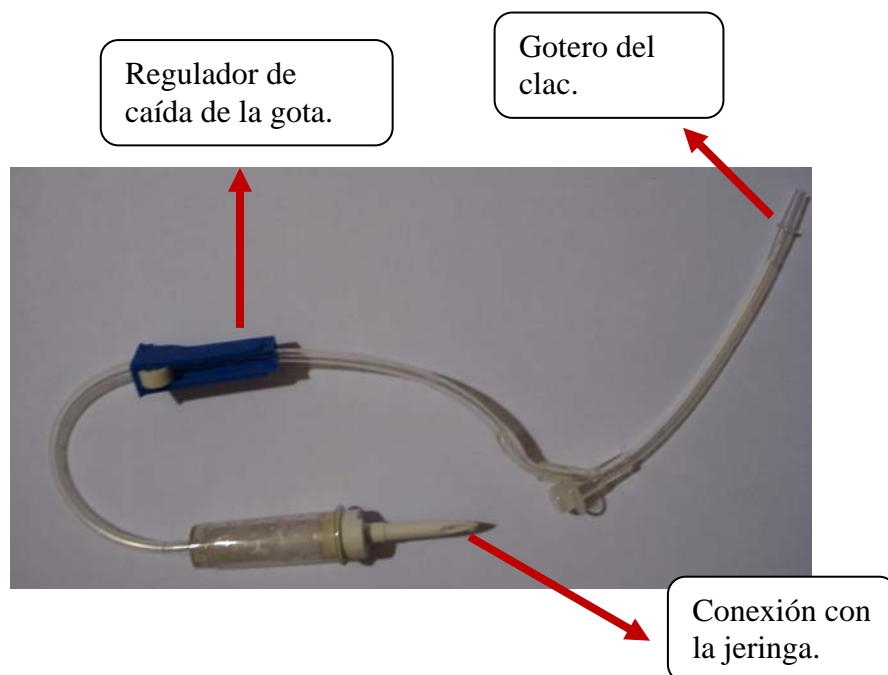
Jeringa

La Jeringa era la encargada de contener la sangre hasta que el clac de suero permitiera su paso en uno de sus extremos se colocó una manguera para poderla conectar al clac.



Clac de suero

La manguera conectada con la jeringa se conecta en la parte superior del dispositivo de suero.



Tubos de ensayo

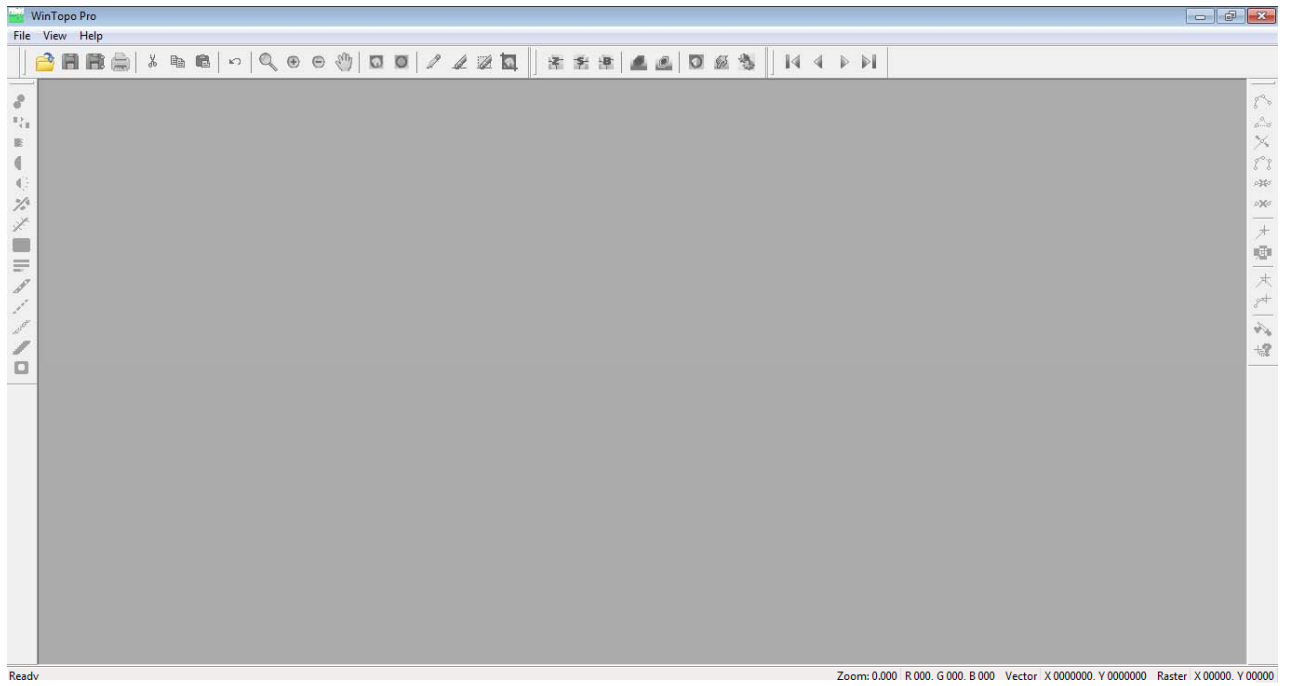
Después de la extracción de la sangre el bioquímico utilizó los tubos de ensayo para el traslado y contención de la misma.



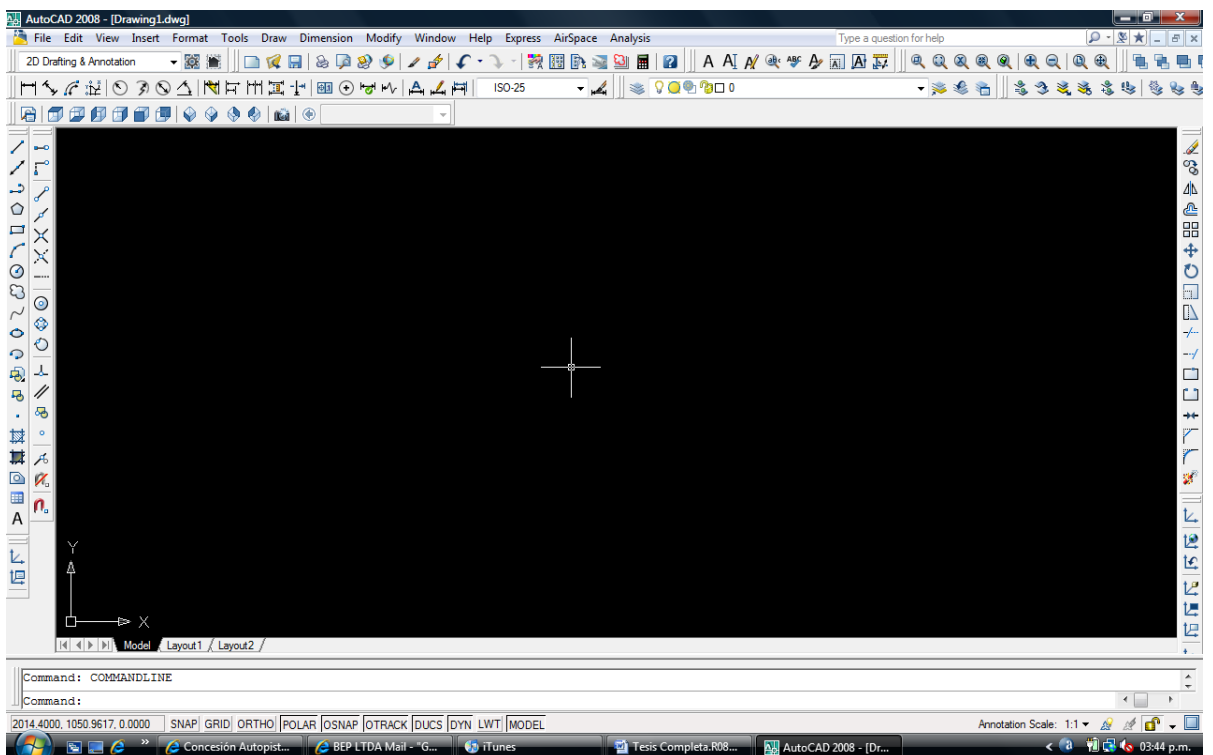
Programas informáticos

- WinTopo Pro: Es un programa que se utiliza para topografía, el cual permitió delimitar el contorno de las manchas de sangre.

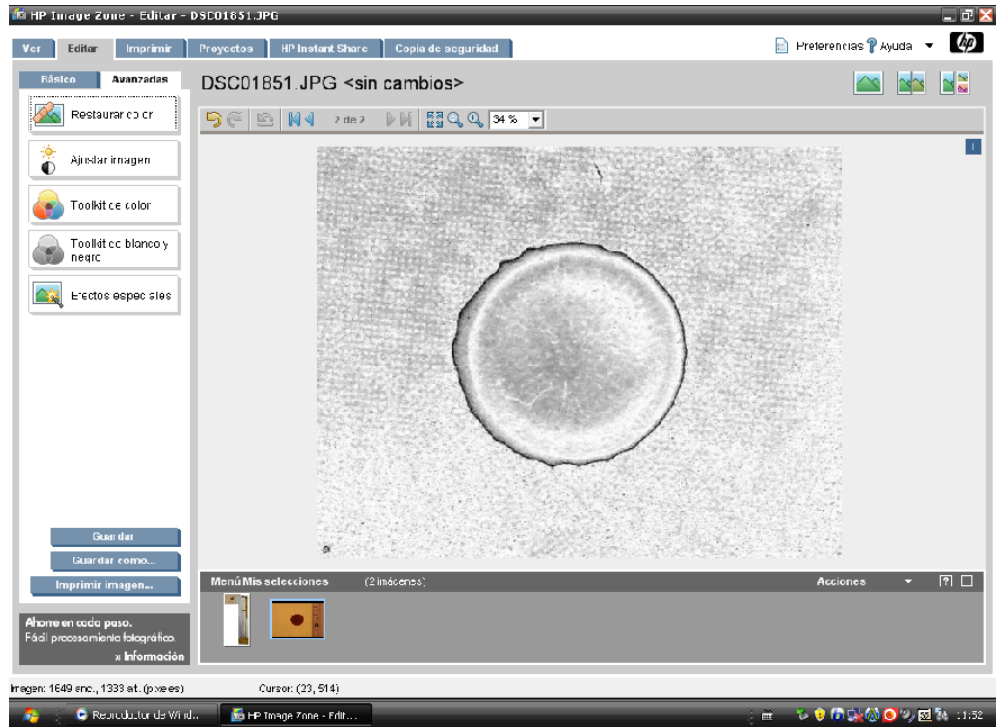
De igual manera WinTopo Pro, hace posible la lectura de las imágenes en el programa Autocad y permite la medición de las superficies de las manchas de sangre.



- Autocad 2008.



- HP Image Zone.



Apéndice 3

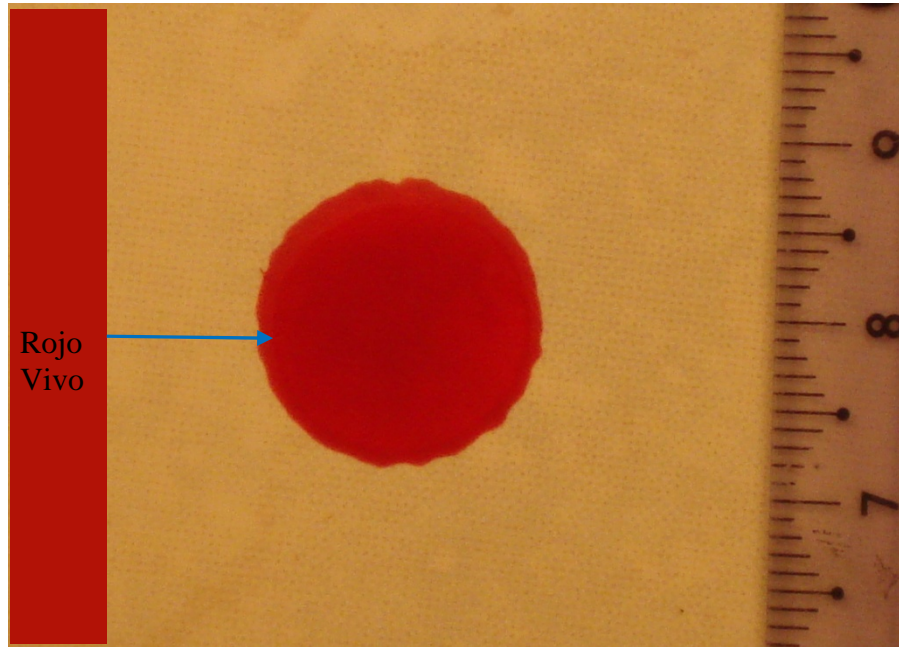


Foto 25- Muestra en Cerámica día 1.

La banda que se aprecia a la izquierda de la ilustración demuestra el color rojo vivo que tiene la mancha al primer día comparado con la paleta de colores RAL.

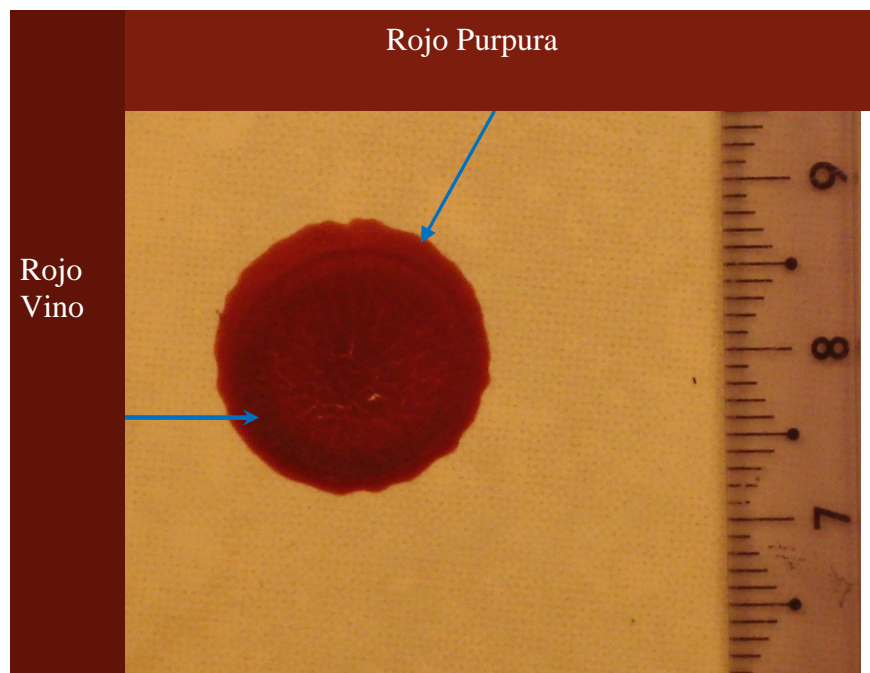


Foto 26- Muestra en Cerámica día 2

La imagen anterior ilustra mediante la banda superior de color rojo purpura el cambio en la tonalidad de la mancha en el segundo día, y la banda del sector izquierdo señala la variación del anillo a color rojo vino, el cual se aprecia en el interior de la mancha en forma de anillo.

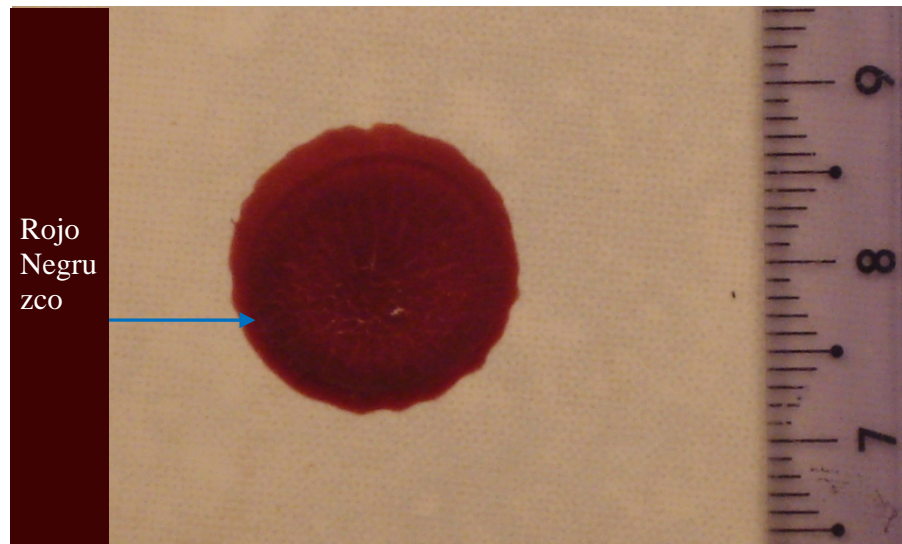


Foto 27- Muestra en Cerámica día 3

La fotografía N° 26 señala el oscurecimiento del anillo de rojo vino a rojo negruzco del día tres.

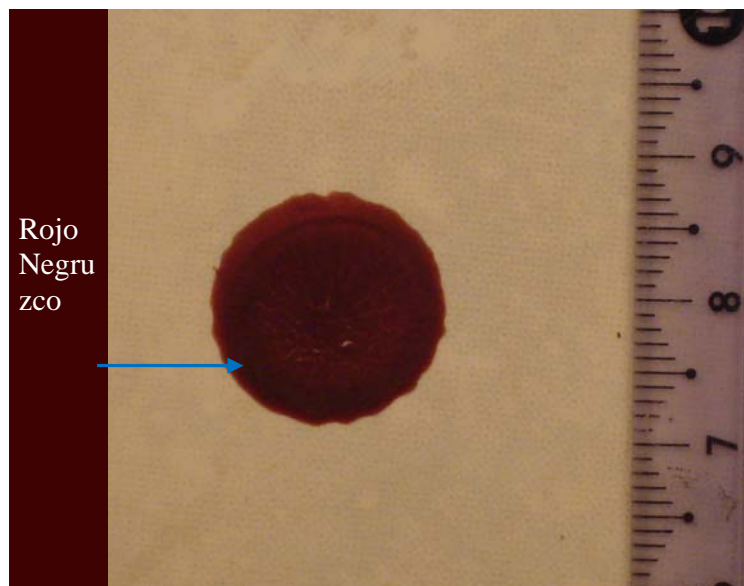


Foto 28- Muestra en Cerámica día 30

En la foto nº 28 se muestra que el color permanece contante hasta el día treinta.

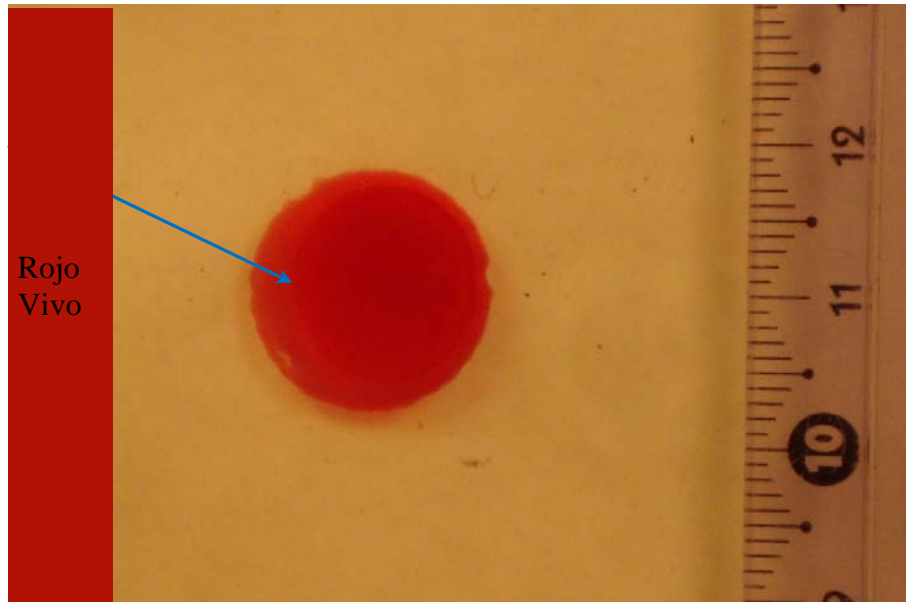


Foto 29- Muestra en Vidrio día 1

En la imagen Nº 27 se visualiza la muestra de vidrio del primer día apreciándose la comparación de la banda de color rojo vivo de la izquierda de la paleta de RAL con el de la mancha de sangre.

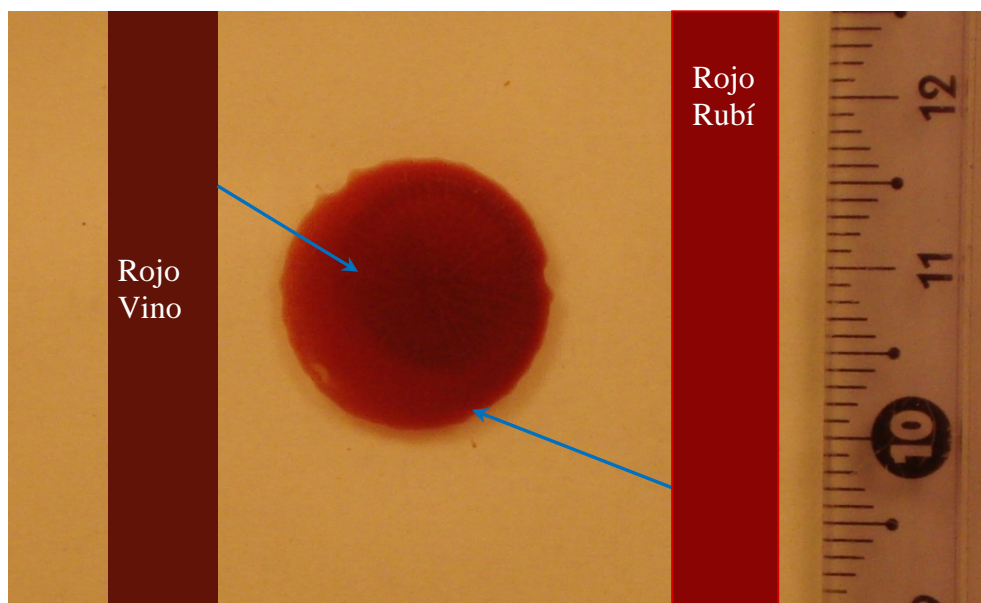


Foto 30- Muestra en Vidrio día 2

En esta ilustración se observa el cambio del color en el segundo día, la tira de color rubí muestra la variación del anillo y la banda en el sector derecho muestra el cambio en el centro de la mancha con un color rojo vino.

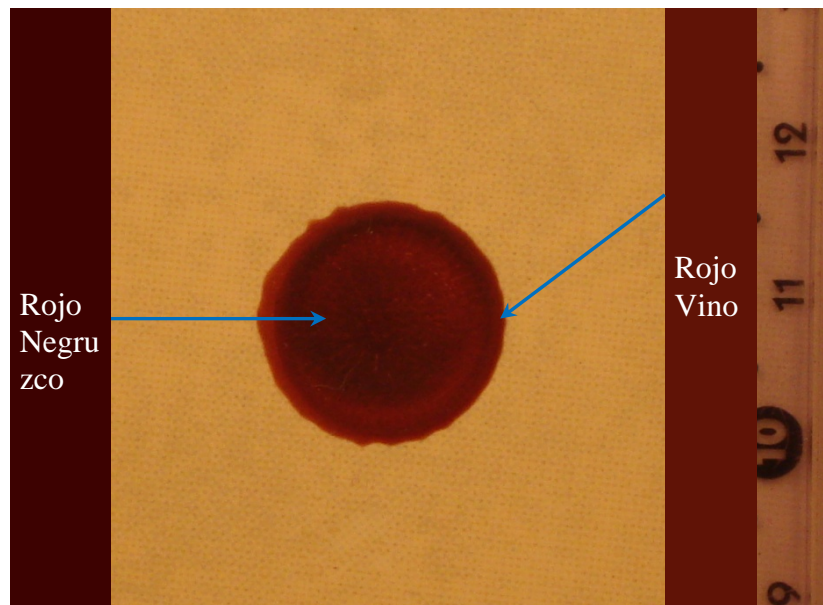


Foto 31- Muestra en Vidrio día 5

La imagen del día 5 de la muestra de cerámica vislumbra con la banda derecha, una alteración en el color del centro de la gota, que va de rojo rubí a rojo vino, y la franja izquierda muestra la variación del rojo vino a negruzco, con respecto al día 2.

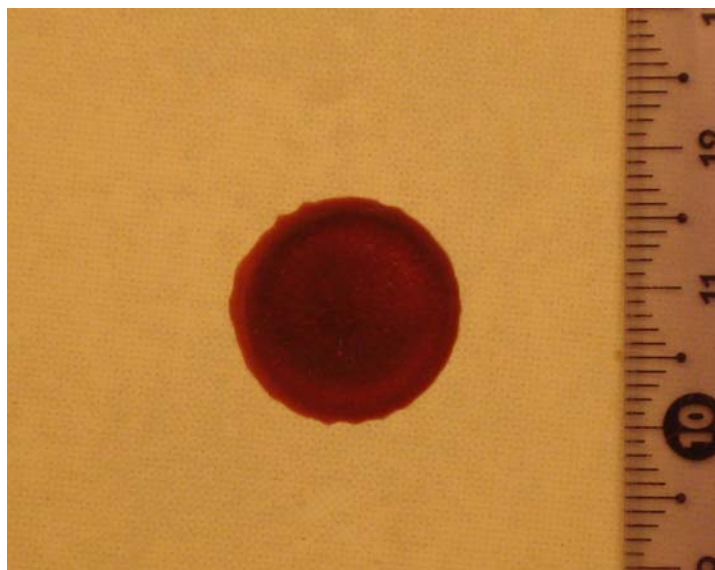


Foto 32- Muestra en Vidrio día 30.

La foto del día 30 de la muestra de vidrio señala que el color no varió desde el día cinco.

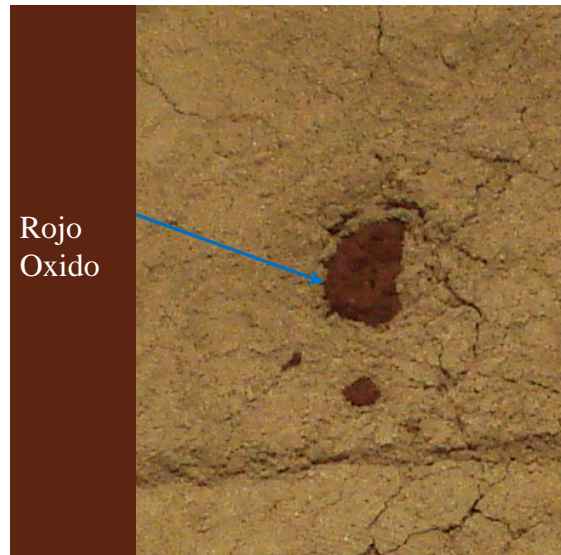


Foto 33 - Muestra en Tierra día 1

La banda situada en la parte izquierda muestra el color rojo para la comparación con la mancha de sangre en la tierra.



Foto 34- Muestra en Tierra día 2

En esta fotografía se observa mediante la tira de color pardo en el sector derecho el cambio que se produce en la mancha con respecto al día uno.

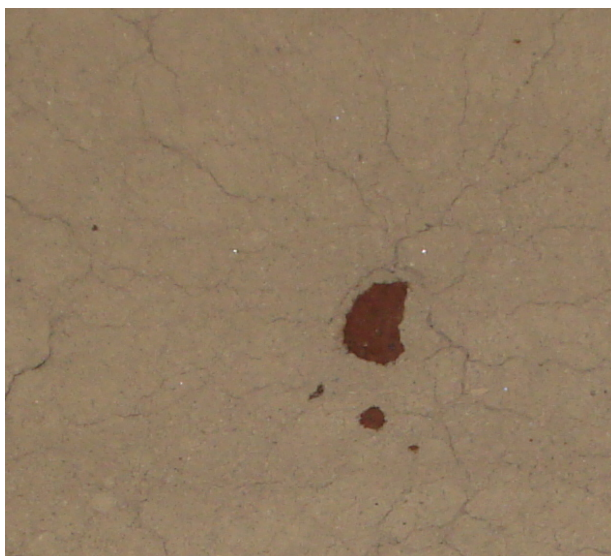


Foto 35- Muestra en Tierra día 30

Por último la fotografía del día treinta de la mancha sanguínea de tierra se aprecia con la misma tonalidad que el día dos.