

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Evaluación de la reacción químioluminiscente de  
Bluestar Forensic Free para detectar manchas  
sanguíneas de interés forense expuestas a  
productos de limpieza. Ayacucho 2013**

**TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIOLOGA**

**En la especialidad de Microbiología**

**Presentado por la:**

**Bch. COSSIO MARTÍNEZ, Emerica Sandy**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2015**

Tesis  
B736  
Cos  
p. 1

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

BACHILLER: EMERICA SANDY COSSIO MARTINEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 256-2015-UNSC-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, del día dieciocho de diciembre del año dos mil quince, se reunieron los miembros del Jurado evaluador, presidido por el Dr. Jesús DE LA CRUZ ARANGO en calidad de Decano; Blgo. Pedro Antonio VILA QUINTANILLA, miembro; Mg. José ALARCON GUERRERO, miembro; Blga. Rurth Elsa HUAMAN DE LA CRUZ, miembro Asesora; Blgo. Cesar Justo RODOLFO VARGAS, miembro. Para recepcionar la sustentación de tesis de la Srta. Emerica Sandy COSSIO MARTINEZ, con el trabajo de tesis "Evaluación de la reacción quimioluminiscente de Bluestar Forensic Free para detectar manchas sanguíneas de interés forense expuestas a productos de limpieza. Ayacucho, 2013". El Decano luego de verificar la documentación en orden, invitó a la señorita sustentante inicie con su exposición en un lapso de cuarenta minutos. Culminada la exposición el Decano paso a la segunda etapa de preguntas o aclaraciones. Posteriormente el señor Decano invito a la señorita sustentante y público asistente abandone temporalmente el auditorio para las deliberaciones, para la calificación, resultando de la siguiente manera:

MIEMBRO JURADO	Exposición	Rpta a preguntas	Promedio
Dr. Jesús DE LA CRUZ ARANGO	17	16	17
Blgo. Pedro Antonio VILA QUINTANILLA	16	16	16
Mg. José ALARCON GUERRERO	18	17	18
Blga. Rurth Elsa HUAMAN DE LA CRUZ	18	17	18
Blgo. Cesar Justo RODOLFO VARGAS	15	15	15
Obteniendo una nota	Promedio total		17

Promedio aprobatorio de Diecisiete (17)

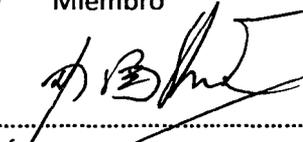
El Decano invito a la Srt. Sustentante ingresar al auditorio para conocer los resultados. Posteriormente el Decano invito a la señorita Sustentante se aproxime para el reconocimiento y juramentación para reconocerla como nueva profesional Bióloga. Posteriormente los miembros el Jurado firmaron en señal de fe al pie de la presente acta. El acto terminó a las seis y cinco minutos.

  
.....  
Dr. JESÚS DE LA CRUZ ARANGO  
Presidente

  
.....  
Blgo. PEDRO ANTONIO VILA QUINTANILLA  
Miembro

  
.....  
Blga. RUTH ELSA HUAMÁN DE LA CRUZ  
Miembro y asesor

  
.....  
Mg. JOSÉ ALARCÓN GUERRERO  
Miembro

  
.....  
Blgo. CÉSAR JUSTO RODOLFO VARGAS  
Miembro

  
.....  
Mg. EDNA LEÓN PALOMINO  
Secretaria Docente

*Para mis padres José Luis Cossio  
Cahuana; Angélica Martínez Vera y  
mis hermanos Ayrton y Naysha.*

### **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme acogido en sus aulas durante mi formación profesional.

A la Facultad De Ciencias Biológicas, la Escuela de Formación Profesional de Biología y su plana docente por los conocimientos que me transmitieron a lo largo de mis estudios universitarios

A la Policía Nacional del Perú, Ayacucho por facilitarnos sus ambientes del Laboratorio de Biología Forense para el desarrollo de la presente investigación.

A mis asesores Bióloga. HUAMÁN DE LA CRUZ, Ruth Elsa; Bióloga y Mayor de la Policía Nacional del Perú PRADO CALDERÓN, Marlene, por sus constantes y valiosas ayudas brindadas para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.2. MARCO CONCEPTUAL	4
A. FISIOLOGÍA DE LA SANGRE HUMANA	4
1. La sangre	4
2. Composición de la sangre	4
3. El plasma	5
4. Los glóbulos rojos	5
5. La hemoglobina	6
6. Peroxidasas	9
B. CIENCIA FORENSE	10
C. HEMATOLOGÍA FORENSE	10
1. Serología forense	10
2. La sangre en la escena del crimen	11
3. Etapas del análisis de una muestra forense	13
4. Diagnóstico genérico	14
5. Diagnóstico específico	14
6. Diagnóstico individual	14
D. TELAS	14
1. Manufactura del poli algodón y la poli seda	15
2. Tejido	15
3. Teñido y estampado	15
E. PRODUCTOS DE LIMPIEZA	16
1. Componentes de las formulaciones de detergentes, jabón y lejía	16
1.1. Surfactantes	16
1.2. Agentes secuestradores	16
1.3. Agentes dispersantes de jabones de calcio	16
1.4. Agentes anti (re) de reposición	16
1.5. Agentes espumantes y no espumantes	17
1.6. Agentes suavizadores	17
1.7. Agentes blanqueadores	17

1.8. Enzimas	18
F. BLUESTAR FORENSIC FREE	18
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1.- Ubicación	19
3.2. - Fase Pre – Analítica	19
3.3. - Fase Analítica	20
3.4. - Fase Post – Analítica	20
3.5.- Análisis estadístico	20
IV.- RESULTADOS	21
V.- DISCUSIÓN	27
VI.- CONCLUSIONES	31
VII.- RECOMENDACIONES	32
VIII.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	33
ANEXOS	34

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 01. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli algodón lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.	21
Tabla 02. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli algodón lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.	22
Tabla 03. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli algodón lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	23
Tabla 04. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli seda lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	24
Tabla 05. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli seda lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.	25
Tabla 06. Evaluación de manchas sanguíneas en telas de poli seda lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.	26
Tabla 07. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	36
Tabla 08. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	38
Tabla 09. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	40
Tabla 10. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	42

Tabla 11. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	44
Tabla 12. Promedio de los valores quimioluminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013	46
Tabla 13. Pruebas de los efectos inter-sujetos, realizados en el laboratorio de microbiología ambiental en marzo del 2013.	48

## ÍNDICE FIGURA

	<b>Página</b>
Figura01: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición.	37
Figura 02: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición	39
Figura 03: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición.	41
Figura 04: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición.	43
Figura 05: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición.	45
Figura 06: Variación de los valores quimio luminiscentes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición	47
Figura 07: Comparación de los valores y comportamiento de los productos de limpieza en su efecto de la reacción quimio luminiscente.	49
Figura 08: Fase Pre – Analítica (Preparación de telas, Obtención de la sangre, Preparación de telas con manchas de sangre)	50
Figura 09: Prueba de grupo sanguíneo al donante de la muestra de sangre.	50
Figura 10: Preparación de las diluciones de los productos de limpieza	51
Figura 11: Remojo de las telas con mancha de sangre con cuatro repeticiones.	52
Figura13: Producto de limpieza jabón.	52
Figura 14: Productos de limpieza detergente.	52
Figura 15: Productos de limpieza lejía.	52
Figura 16: Tela poli seda manchada con sangre	53

Figura 17:	Tela poli algodón manchada con sangre	53
Figura 18:	Tela poli seda manchada con sangre después del lavado y seca	53
Figura 19:	Tela poli algodón manchada con sangre después del lavado y secado	53
Figura 20:	Telas manchadas con sangre remojando en diluciones de jabón	54
Figura 21:	Telas manchadas con sangre remojado en diluciones de detergente.	54
Figura 22:	Telas manchadas con sangre remojado en diluciones de lejía	54
Figura 23:	Lavado de las telas con los productos de limpieza jabón	54
Figura 24:	Lavado de las telas con los productos de limpieza detergente	54
Figura 25:	Lavado de las telas con los productos de limpieza lejía	54
Figura 26:	Secado de telas lavadas con jabón	55
Figura 27:	Secado de telas lavadas con jabón	55
Figura 28:	Secado de telas lavadas con detergente	55
Figura 29:	Secado de telas lavadas con detergente	55
Figura 30:	Secado de las telas lavadas con lejía	55
Figura 31:	Secado de las telas lavadas con lejía	55
Figuras 32	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 0 h	56
Figura: 33	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 4 h	56
Figura: 34	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 8 h	57
Figura: 35	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 12h	57
Figura: 36	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 16h	58
Figura: 37	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 16h	58
Figura: 38	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 20h	59
Figura: 39	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 0 horas	59

Figura: 40	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 4 horas	60
Figura: 41	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 8h	60
Figura: 42	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 12 horas	61
Figura: 43	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 16 horas	61
Figura: 44	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 20 h	62
Figura: 45	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 0 h	62
Figura: 46	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 4 h	63
Figura: 47	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 8 h	63
Figura: 48	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 12 h	64
Figura: 49	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 16 h	64
Figura: 50	Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 20 h	65
Figura: 51	Reacción de quimioluminiscencia de las telas patrón positivo (azul) y patrón negativo (celeste)	65

## RESUMEN

La sangre encontrada en la escena del crimen se ha constituido como elemento esencial en el esclarecimiento de investigaciones judiciales. Por tal razón los autores de los diferentes delitos tratan de eliminar dicha evidencia, lavando las prendas u objetos manchados. Existe una prueba llamada "Luminol", esta se realiza con el reactivo Bluestar Forensic Free, porque tiene la función de revelar sangre oculta después del lavado. Para determinar si la calidad de la tela y el tiempo de exposición del producto de limpieza, alteran la reacción químioluminiscente, en telas con manchas de sangre lavadas, planteando objetivos específicos: Determinar si la dilución de los productos de limpieza afectan la reacción de químioluminiscencia de Bluestar Forensic Free sobre manchas sanguíneas de interés forense; Determinar si el tiempo de exposición en el lavado con los productos de limpieza afectan la reacción del reactivo de revelado (Bluestar Forensic Free) sobre las telas con mancha de sangre; Determinar si la dilución de los productos de limpieza y el tiempo de exposición por calidad de tela, inhiben la reacción de químioluminiscencia (Bluestar Forensic Free) sobre manchas sanguíneas de interés forense. El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Microbiología Ambiental de la EFP de Biología - Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y Laboratorio de Biología Forense de la Policía Nacional Ayacucho - Perú. El tipo de investigación: Básico experimental, usando el método: Fase pre- Analítica: Preparación de telas, Obtención de la sangre, Preparación de telas con manchas de sangre, el patrón y blanco, Preparar los patrones positivo y negativo, Preparación de las diluciones de los productos de limpieza. Fase Analítica: Lavado de las telas con mancha de sangre cada 4 horas, Enjuague de los trozos de tela remojados, Revelado, Fotografías. Fase Post Analítica: Valoración de la químioluminiscencia, Análisis estadístico (ANVA) Con arreglo factorial axbxc. Considerando el nivel de confianza, P value > 0.05. Obteniendo como resultado valores positivos de 250 a 225, valores intermedios de 224 a 221 y negativos de 200 a 196. Concluyendo: Se evaluaron la reacción de "Bluestar Forensic Free" si detecta manchas sanguíneas de interés forense. Las diluciones (0/400; 20/400; 40/400; 60/400; 80/400; 100/400) de los productos de limpieza afectaron la reacción de químioluminiscencia de Bluestar Forensic Free sobre manchas sanguíneas de interés forense. El tiempo (0; 4; 8; 12; 16; 20) horas de exposición en el lavado con los productos de limpieza afectaron la reacción del Bluestar Forensic Free, sobre las telas con mancha de sangre. La dilución de los productos de limpieza y el tiempo de exposición en cada tipo de tela, no inhiben la reacción de químioluminiscencia del Bluestar Forensic Free sobre manchas sanguíneas de interés forense.

**Palabras clave:** Bluestar Forensic Free, dilución, tiempo, jabón, detergente, lejía, poli - algodón, poli - seda.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

En Ayacucho y el mundo, se presentan un gran número de delitos en diferentes modalidades robos, asesinatos, violaciones y otros.

La sangre encontrada en la escena del crimen se ha constituido como elemento esencial en el esclarecimiento de investigaciones judiciales. Por tal razón los autores de los diferentes delitos tratan de eliminar dicha evidencia, lavando las prendas u objetos manchados, dentro del protocolo para el procesamiento de muestras forenses existen diferentes técnicas que nos ayudan a dilucidar la naturaleza de las muestras biológicas que podamos hallar dentro de una escena del crimen. Para la cual existe una prueba llamada "Luminol", esta se realiza con el reactivo Bluestar Forensic Free porque tiene la función de revelar sangre oculta después del lavado.

El trabajo de investigación es de naturaleza experimental, realizando diferentes tratamientos para evaluar la reacción químioluminiscente de Bluestar Forensic Free para detectar manchas sanguíneas de interés forense expuestas a productos de limpieza.

Con este trabajo de investigación se pretende aportar en el conocimiento, que sustente los resultados periciales frente a un tribunal.

Estas pruebas preliminares, facilitan al perito su trabajo, por ser fáciles de usar, económicas, no requiere de condiciones inalcanzables para los profesionales forenses, facilitando el desarrollo del proceso pericial y la rápida acción por parte

de las autoridades competentes, donde el resultado, deja en libertad a un culpable o condena a un inocente.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Evaluar la reacción de "Bluestar Forensic Free" al detectar manchas sanguíneas de interés forense.

### **Objetivo específico**

- Determinar si la dilución de los productos de limpieza afectan la reacción de quimioluminiscencia de Bluestar Forensic Free sobre manchas sanguíneas de interés forense.
- Determinar si el tiempo de exposición en el lavado con los productos de limpieza afectan la reacción del reactivo de revelado (Bluestar Forensic Free) sobre las telas con mancha sangre.
- Determinar si la dilución de los productos de limpieza y el tiempo de exposición por calidad de tela, inhiben la reacción de quimioluminiscencia del (Bluestar Forensic Free) sobre manchas sanguíneas de interés forense.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Desarrollo de manchas latentes: efectividad del Luminol y evaluación de su efecto sobre el análisis de ADN. Los resultados mostraron que se puede extraer y amplificar ADN en las muestras sometidas a 1, 2, y 3 lavadas, y que el Luminol es muy eficaz para detectar indicios invisibles de sangre y manchas de estas, que han sido lavadas.<sup>1</sup>

Evaluación de seis pruebas presuntivas de sangre, su especificidad, sensibilidad y efecto en alto peso molecular del ADN. Los resultados arrojan que la prueba verde de leuco - malaquita tuvo una sensibilidad de 1/10 000 y para el resto de las técnicas la sensibilidad fue de 1/100 000. De este estudio se concluye que se pudo recuperar ADN amplificado de las técnicas Luminol, fenolftaleína y Bluestar, pero no de la técnica de verde de leuco - malaquita de las muestras manchadas.<sup>2</sup>

Validación de nuevo reactivo de alto rendimiento y procedimiento para la detección de manchas de sangre latente a base de Luminol - quimioluminiscencia. Arrojando resultados positivos, la reacción de quimioluminiscencia se observó, bajo condiciones de poca luz.<sup>3</sup>

Luminol y Bluestar: un estudio comparativo de los reactivos de manchas de sangre latentes. Los resultados son que el tiempo y temperatura a la que estaban expuestas las manchas no impidieron la detección de sangre, se determinó que la quimioluminiscencia del Bluestar es más duradera y brillante

que la del Luminol, y que se detectaron mancha de sangre a pesar que tenían cloro; la sangre no fue detectada en los sustratos en diluciones de 1/100000 y 1/1000000.<sup>4</sup>

El efecto de Luminol en pruebas presuntivas y análisis de ADN utilizando la reacción en cadena de la polimerasa. Los resultados indicaron que el Luminol no interfiere negativamente en la pruebas de PCR, se determina que el sustrato y el método de limpieza fueron los principales factores que afectaron el rendimiento del ADN y la capacidad para detectar ADN por medio del PCR.<sup>5</sup>

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **A. FISIOLÓGIA DE LA SANGRE HUMANA**

- 1. La sangre.** Es una sustancia líquida que circula por las arterias y las venas del organismo. La sangre es roja brillante o escarlata cuando ha sido oxigenada en los pulmones y pasa a las arterias; adquiere una tonalidad más azulada cuando cedió el oxígeno para nutrir a los tejidos del organismo y regresa a los pulmones a través de las venas y de los pequeños vasos denominados capilares. En los pulmones, la sangre cede el dióxido de carbono que ha aceptado procedente de los tejidos, recibe un nuevo aporte de oxígeno e inicia un nuevo ciclo, este movimiento circulatorio de sangre tiene lugar gracias a la actividad coordinada del corazón los pulmones y las paredes de los vasos sanguíneos. Su función principal es la logística de distribución e integración sistémica.<sup>6</sup>
  
- 2. Composición de la sangre.** La sangre está formada por un líquido amarillento denominado plasma, en el que se encuentra en suspensión millones de células que suponen cerca del 45% del volumen de sangre total. Una gran parte del plasma es agua con el 91%. La sangre humana contiene corpúsculos o glóbulos rojos, llamados eritrocitos; y las plaquetas llamadas trombocitos. La sangre transporta muchas sales y sustancias orgánicas disueltas. En el adulto sano el volumen de la sangre es aproximadamente de 4 a 4,5 L. El pH de la sangre es de 7 a 7,4. El bióxido de carbono reacciona con el agua para formar un ácido carbónico, por lo que el incremento de la concentración de bióxido de carbono aumenta la acidez de la sangre, lo que a su vez hace disminuir la capacidad de la hemoglobina para transportar el oxígeno.<sup>6</sup>

Los eritrocitos o glóbulos rojos, tiene forma de discos redondeados, bicóncavos y con un diámetro aproximado de 7.5 micras. Los leucocitos o glóbulos blancos son de dos tipos principales: los granulocitos y los no granulocitos, que aumentan su número y se activan en presencia de ciertas infecciones y alergias; y los basófilos, que segregan sustancias como la heparina, de propiedades anticoagulantes y la histamina que estimula el proceso de la inflamación. Los leucocitos no granulocitos están formados por linfocitos y un número más reducido de monocitos, asociados con el sistema inmunológico. Las plaquetas de la sangre son cuerpos pequeños, ovoides, sin núcleo, con un diámetro mucho menor que el de los eritrocitos. Los trombocitos o plaquetas se adhieren a la superficie interna de la pared de los vasos sanguíneos en el lugar de la lesión.<sup>6</sup>

- 3. El plasma.** El plasma es una mezcla compleja de proteínas, aminoácidos, hidratos de carbono, lípidos, sales, hormonas, enzimas, anticuerpos y gases en disolución. Es ligeramente alcalino, con un pH (potencial hidrogenión) de 7.4 los principales componentes son el agua (90- 92 %) y las proteínas (7-8 %) el plasma contiene varias clases de proteínas, cada una con unas funciones y propiedades específicas: fibrinógeno, globulinas alfa, beta y gama, albuminas y lipoproteínas. El fibrinógeno es una de las proteínas encargadas del proceso de coagulación; la albumina y las globulinas regulan el contenido de agua dentro de la célula y en los líquidos intercelulares. La fracción globulina gamma es rica en anticuerpos, base contra determinadas enfermedades infecciosas. La presencia de dichas proteínas hace que la sangre sea unas seis veces más viscosa que el agua. Las moléculas de las proteínas plasmáticas ejercen presión osmótica, con lo que son parte importante en la distribución del agua entre el plasma y los líquidos tisulares. Las proteínas del plasma y la hemoglobina de los glóbulos rojos son importantes amortiguadores ácido básicos que mantienen el pH de la sangre y de las células corporales dentro de una pequeña variación.<sup>6</sup>
- 4. Los glóbulos rojos.** Dan a la sangre su color rojo, esto se debe a que en el interior de cada uno de ellos existen moléculas de hemoglobina, mediante las cuáles realizan su función, que es el transporte de oxígeno por la sangre.<sup>6</sup>

**4.1. Organización de la membrana eritrocitaria.** La red de proteínas de membrana asociadas con el cito-esqueleto están involucradas en el control de la forma del eritrocito, uniones con otras células y con el sustrato, así como en la organización de dominios especializados de la membrana. El componente de mayor masa molecular en el cito-esqueleto de la membrana del eritrocito es la espectrina (fantasma de eritrocito). Tetrámeros de espectrinas están unidos con la membrana por una proteína llamada anquirina. La espectrina se une también con la glicoforina C mediante la banda 4.1; este entramado es anclado en múltiples sitios de la membrana. La banda 4.1, así como la aducina, estabilizan la asociación de la espectrina con la actina. Sub unidades de la actina forman micro filamentos con la tropomiosina, a los que se asocia la proteína tropomodulina. La banda 4.9, conocida también como dematina, produce el entrecruzamiento de este micro filamentos de actina. La estructura de la doble capa lipídica es fundamental en la organización del cito esqueleto, en especial la banda 3 constituye el elemento central de un macro complejo de proteínas integrales y periféricas en la membrana del eritrocito. la glicoforina A (GPA) es la sialoglicoproteína predominante en la superficie de los eritrocitos humanos. En estado nativo, la GPA no interactúa significativamente con el cito-esqueleto de la membrana del glóbulo rojo aunque se ha observado que la unión de anticuerpos específicos puede producir un incremento de la rigidez de la membrana. La variación de la presión osmótica induce sobre las células una lisis progresiva y una modificación.<sup>7</sup>

**5. La hemoglobina.** La hemoglobina se encuentra exclusivamente en las células rojas de la sangre en donde su principal función es transportar el oxígeno desde los pulmones hasta los capilares en los tejidos. La hemoglobina A, la principal en los adultos, está compuesta de cuatro cadenas poli peptídicas (dos cadenas alfa y dos beta) que se mantienen unidas por medio de interacciones no covalentes. Cada la hemoglobina puede transportar CO<sub>2</sub> desde los tejidos a los alveolos pulmonares y de manera inversa llevar oxígeno a los tejidos desde los pulmones, además, las propiedades de unión oxígeno son reguladas en la hemoglobina por efectores alostéricos.<sup>7</sup>

**5.1. Estructura de la hemoglobina.** Las cuatro cadenas poli peptídicas de la hemoglobina (Hb) contienen cada una un grupo protético. Hem un grupo

prostético es la porción no poli peptídica de una proteína. El Hem es una molécula de porfirina que contiene un átomo de hierro en su centro. El tipo de porfirina que contiene un átomo de hierro en su centro. Contiene dos grupos ácidos propionicos, dos vinilos y cuatro metilos como cadenas laterales unidas a los anillos pirrólicos de la estructura de la porfirina. El átomo de hierro se encuentra en estado de oxidación ferrosos (+2) y puede formar cinco o seis enlaces de coordinación dependiendo de la unión de O<sub>2</sub> (u otro ligando) a la Hb (oxiHb, desoxiHb). Cuatro de estos enlaces se producen con los nitrógenos pirrólicos de la porfirina es un plano horizontal. El quinto enlace de coordinación se realiza con el nitrógeno del imidazol de una histidina denominada histidina proximal. Finalmente, el sexto enlace del átomo ferroso es con el O<sub>2</sub>, que además está unido a un segundo imidazol de una histidina denominada histidina distal. Tanto el quinto como el sexto enlace se encuentran en un plano perpendicular al plano del anillo de porfirina.<sup>8</sup>

Las cadenas poli peptídicas alfa contienen 141 aminoácidos, las no alfa (beta, gama) 146 y difieren en la secuencia de aminoácidos. Se conoce desde hace décadas la estructura primaria de las cuatro cadenas de Hb normales. La estructura secundaria es muy similar, cada una exhibe 8 segmentos helicoidales designados con las letras A-H. entre ellos se encuentra 7 segmentos no helicoidales: NA, AB, CD, EF, GH Y HC, Esta distinción es fundamental pues los segmentos helicoides son rígidos y lineales, mientras que los no helicoidales son flexibles, como el hierro del Hem formada un puente covalente con la histidina proximal y el O<sub>2</sub> se une de forma covalente al Hem y a la histidina distal, el Hem queda suspendido en una hendidura no polar entre los helicoides E y F. La difracción de rayos X de alta resolución permitió conocer la naturaleza de los contactos intercatenarios de La Hb. Los que establecen entre cadenas semejantes, es decir, alfa1 alfa2 y beta 1 beta2 son limitados y de escasa importancia. Los principales contactos son alfa1beta1 y alfa2beta2 que determinan dos estructuras cuaternarias: una para la oxiHb y otra para la desoxiHb. La parte porfirina del Hem se sitúa dentro de la oxiHb y la otra para la desoxiHb. La parte porfirina del Hem se sitúa dentro de una bolsa hidrofobia que se forma en cada una de las cadenas poli peptídicas. Las estructuras obtenidas por difracción de rayos X muestran que en la bolsa del Hem existen unas 80 interacciones entre 18 aminoácidos y el Hem. La mayoría de estas

interacciones no covalentes se presentan entre cadenas apolares de aminoácidos y las regiones no polares de la porfirina de la hemoglobina.<sup>9</sup>

**5.2. Oxidación y reducción de la hemoglobina.** La oxidación en solución se auto oxida y transforma en metahemoglobina (metHb – Fe +3). Sin embargo, para lograr la fijación reversible del O<sub>2</sub>, el hierro del Hem debe mantenerse en estado reducido (Ferroso, Fe+2) a pesar de la exposición a diversos oxidantes endógenos o exógenos. Entre estos se encuentran ciertos medicamentos oxidantes y algunas toxinas. Para evitar la inactivación funcional de la Hb es escalonada. Los compuestos intermedios se denominan híbridos de valencia y son el resultado de la liberación de O<sub>2</sub> molecular por parte de la oxiHb que termina generando aniones peróxido que oxidan entonces el hierro Fe+2 a Fe+3. Normalmente se genera 0.5% a 3% de metHb al día. A medida que la desnaturalización progresa, la metHb se convierte en hemicromos. Estos aparecen cuando la sexta posición de coordinación del hierro se une de manera covalente con un ligando en la molécula de Hb (histidina distal-E7), lo que distorsiona la estructura terciaria. Los hemicromos pueden ser reversibles o irreversibles dependiendo del grado de distorsión de la molécula de Hb y la capacidad potencial de la enzima metahemoglobina reductaza de reducirlos. Cuando los fenómenos oxidativos facilitan la disrupción de los contactos anfa1beta2, se produce la disociación de las cadenas poli peptídicas en dímeros y monómeros que precipitan y constituyen las oclusiones cocoides intraeritrocitarias denominadas cuerpos de Heinz que se unen a la membrana y cortan la vida del glóbulo rojo. La reducción de la metHb se produce básicamente por acción de la enzima citocromo b metahemoglobina reductaza que opera en presencia de los portadores de electrones, el citocromo b y el NAD +H (nicotina mina di nucleótido reducido). La reducción también se produce por otros agentes como el ácido ascórbico (16%), el glutatión (12%) y la enzima NADPH- flavina reductaza (5%). Las pruebas in vitro demuestran que la metahemoglobina reductaza es el factor limitante de la reducción de metHb. A medida que el O<sub>2</sub> sufre reducciones univalentes, se generan especies reactivas que constituyen los oxidantes responsables de la desnaturalización, no solo de la Hb, sino de los demás componentes eritrocitarios, tales como los lípidos de la membrana, lo cual conduce a lisis celular. Entre estos derivados están los aniones superóxidos, peróxidos y los radicales hidroxilos. Para evitar en alguna medida este daño oxidativo, el

organismo cuenta con ciertos mecanismos que impiden la acumulación de estas toxinas; algunos se ubican dentro de los eritrocitos. Dentro de estos se encuentran; la superóxido dismutasa, que cataliza la dismutación del superóxido a oxígeno molecular y peróxido; la catalasa, que separa al peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno molecular. Además interactúa con la membrana en forma dependiente del  $\text{Ca}^{+2}$  y el pH funciona como un reservorio de NADPH<sup>47</sup>, y finalmente, la glutatión peroxidasa, principal selenoproteína del organismo (hecho que explica posiblemente las propiedades antioxidantes de este micronutriente), que cataliza la conversión de peróxido a agua, oxidando el glutatión. El glutatión es el cofactor fundamental de la glutatión peroxidasa. Constituye además el principal agente reductor de los eritrocitos. <sup>9</sup>

- 6. Peroxidasas.** La peroxidasa, es una oxido- reductasa son hemoproteínas que contienen un grupo prostético Hemo y utilizan el peróxido de hidrógeno como sustrato oxidante, que contiene un grupo Hemo en el sitio activo, la cual descompone el peróxido de hidrógeno en presencia de un donador de hidrógeno.

La reacción importante de las peroxidasas es la anterior, sin embargo existen tres tipos de reacciones en las que puede intervenir: reacciones peroxidativas, oxidativas e hidroxilativas. Para la reacción peroxidativa se requiere de un peróxido orgánico o de agua. El número de compuestos que pueden ser aceptores de hidrógenos para algunas peroxidasas es pequeño. El mecanismo de la reacción se basa en la formación de complejos de enzima- donador de hidrógenos y dos pasos de oxidación univalente. Esta habilidad de catalizar la polimerización, seguido de una precipitación de compuestos aromáticos provenientes de soluciones acuosas es muy importante.

La peroxidasa que caracteriza a los hematíes, es la glutatión peroxidasa, es una selenoproteína que está formada por cuatro subunidades idénticas, y cada una de ellas contiene un residuo de selenocisteína, que es esencial para su actividad enzimática, pero además puede reaccionar de manera efectiva con lípidos y otros hidroperóxidos orgánicos, catalizando la reducción de diferentes hidroperóxidos. Desde la GPX1–GOX5. La GPX1 se encuentra predominante en eritrocitos en la parte citosólica como en la membrana. La glutatión peroxidasa, tienen como sustrato común el  $\text{H}_2\text{O}_2$  o

peróxido de hidrogeno. La gran afinidad por este sustrato hace que se puede unir al hierro del grupo Hemo por los dos planos del centro activo, el superior y el inferior, dando lugar a una inhibición por exceso de sustrato ya que cuando ambas posiciones están ocupadas por el peróxido de hidrogeno no es posible la unión del otro sustrato que será oxidado.<sup>9</sup>

## **B. CIENCIA FORENSE**

La ciencia forense comprende una amplia diversidad de disciplinas científicas que trabajan de manera especializada para asistir al proceso de justicia mediante la evaluación de la evidencia aplicando la ciencia de la ingeniería, el arte, biología y la medicina en especial laboratorio, sobre todo en la resolución de aspectos relacionados con la ley. La ciencia forense involucra el reconocimiento, identificación, individualización y evaluación del medio de prueba material o evidencia física empleando métodos científicos. Dentro del cual incluye todas las áreas dedicadas al análisis de la evidencia, traza o soporte de transferencia como el suelo, vidrio, fibras, cabello, sangre y fluidos biológicos. Se refiere al análisis comparativo de restos de materiales en diferentes áreas en caso de a biología forense mediante el análisis de fluidos, tejidos y estructuras biológicas con el fin de determinar el origen de un resto en un escenario del suceso particular. La biología forense involucra la identificación y comparación de seres vivos mediante el análisis de fluidos, tejidos y estructuras biológicas.<sup>10</sup>

## **C. 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 identificadora a la hora de esclarecer un hecho.<sup>11</sup>

- 1. Serología forense.** Las pruebas de sangre como determinación de sangre, tipo sanguíneo, descripción de las características de la mancha de sangre, para la preparación del testimonio o de presentaciones en el ensayo son las funciones principales de la serología forense, que también analiza el semen, la saliva, otros fluidos corporales y se puede o no implicar con la secuenciación del ADN. Debe ser reconocido, sin embargo, que en muchos laboratorios del crimen, no puede haber distinción clara de este campo, en el

personal y sus funciones son realizadas por un criminalista, el bioquímico, el biólogo forense, o el otro técnico forense, y no así por el forense de serología que es una rama importante en el análisis ya que se considera que la evidencia más común, más bien conocida, y quizás la de mayor importancia.<sup>11</sup>

2. **La sangre en la escena del crimen.** La sangre comienza a secarse después de 3 – 5 minutos de exposición al aire. Mientras que se seca, cambia color hacia marrón y negro. La sangre en la escena de crimen puede estar bajo la forma de piscina, gotas, borrones de transferencia, o cortezas. La dirección de la fuerza esta siempre en la dirección hacia la cola, o un extremo más pequeño, del borrón de transparencia, o de la salpicadura. Es decir el área más grande del borrón de transparencia es el punto del origen. Las muestras de sangre se escogen de la víctima, del demandado, y de la escena del crimen.<sup>11</sup>

**2.1 Sangre líquida.** Es labor del forense realizar las extracciones de sangre, ya sea de cadáveres, o de individuos vivos. Para un buen análisis, se han de enviar 5mL. de sangre en un tubo perfectamente etiquetado que contenga anticoagulante (EDTA) y preferiblemente refrigerada (4–8 °C). En la etiquetada debe constar al menos la fecha, la localidad, el nombre completo del sujeto al que se le extrajo la sangre y el número de caso o de diligencias. Además es aconsejable disponer de contenedores aptos para introducir los tubos y evitar así su rotura. Cuando no se dispone de anticoagulante ni de neveras portátiles se puede enviar la sangre en forma de mancha, bien sobre una gasa, tela o papel.<sup>12</sup>

En casos de telas oscuras como paños, la mancha al difundirse en el tejido, puede presentar diferentes tonalidades y llegar al caso de confundirse con el material de soporte y pasar desapercibida, al realizar el examen macroscópico. Si la sangre cae sobre un material poroso, como un ladrillo, cemento, madera, el color original puede alterarse debido a la absorción de la sangre en la escotadura del soporte. Cuando la mancha está sobre un soporte no absorbente, forma costras con aspecto de escamas brillantes a agujas y estas, se pueden observar mejor si las buscamos con luz indirecta oblicua. Si las manchas han sido lavadas con agua, el color se hace rosa, el pigmento difunde el tejido, dando lugar a una forma irregular con lugares más

densos que otros. El aspecto aparente es como el de una mancha que ha sido lavada, y puede dar lugar a causas de error en la investigación, por la presencia de sustancias, como ácidos y detergentes que modifican las características estructurales de la mancha. Sin embargo hay manchas que pueden parecer no ser sangre y al efectuar los diferentes análisis, se comprueban que si son.<sup>12</sup>

**2.2 Definición del análisis de patrones de manchas de sangre.** Para un mejor entendimiento, empezamos definiendo el concepto de mancha, que no es más que toda modificación de color , toda suciedad a toda adición de una materia extraña, visible o no en la superficie del cuerpo humano, sobre instrumentos o sobre un objeto cualquiera, determinada por el depósito de un producto líquido (sangre), blando y algunas veces sólido, de cuyo estudio se puede establecer relaciones de la participación de una persona o cosa en un hecho delictivo.<sup>12</sup>

**2.3 Manchas de sangre sobre superficies absorbentes.** Si tuviéramos una prenda de vestir manchada, aunque solo fuera una pequeña parte (el cuello o el puño de una camisa) se enviara la prenda completa al laboratorio pero si la prenda u objeto fuera suficientemente grande (un sofá, un colchón), se recordará la zona manchada dejando un margen de uno o dos centímetros sin mancha. En los tejidos claros las manchas presentes un color rojo oscuro que con el tiempo tiene a ennegrecerse más. En los tejidos oscuros las manchas se visualizan mal y las encontraremos solo por el tacto acartonado que confieren a la tela. Es aconsejable mandar la prenda bien seca y en bolsa de papel, ya que si se envía húmeda y en bolsa de plástico el proceso de putrefacción se acelera. La muestra se puede dejar secar a temperatura ambiente y evitando su exposición al sol. A veces resulta más difícil obtener resultados en la analítica de manchas con abundante sangre, en las cuales el secado ha sido lento e incompleto, que en pequeñas manchas de sangre donde el secado se ha producido rápida y totalmente, y no ha dado tiempo a que actúen los procesos de descomposición. Es importante recordar que cada prenda debe empaquetarse individualmente y nunca se han de mezclar prendas de dos individuos distintos en un mismo sobre.<sup>12</sup>

**2.4 Manchas de sangre sobre superficies no absorbentes.** Cuando la mancha se encuentra sobre una superficie no absorbente forma costras con aspecto de escamas brillantes o agujas, en manchas recientes las escamas son rojas aunque el color depende más bien del grosor de la costra (a menor

espesor el rojo es más acusado); con la antigüedad las costras se haciendo más oscuras. Si el objeto manchado fuera pequeño se enviará directamente pero si no fuera posible (pared, suelo, mesa) se recogerá la mancha sospechosa de sangre para su envío.<sup>12</sup>

Existen dos formas de recoger una mancha asentada sobre una superficie mediante raspado: para recoger una mancha mediante este procedimiento es imprescindible que se encuentre en estado sólido, ya seca. Se puede proceder al raspado mediante una hoja de bisturí desechable, recogiendo las escamas en una hoja de papel que después será doblada a modo de papelina y perfectamente etiquetada. Se recomienda esta forma de recogida para manchas muy concentradas (con gran cantidad de sangre ya seca). Si las escamas se introducen en bote a caja de plástico en el laboratorio será difícil recuperarlas porque la electricidad estática hace que se peguen a las paredes. Si la mancha es muy tenue obtendremos muy pocas escamas que se pueden perder durante el proceso de recogida o transporte. Mediante una torunda, con este método se pueden recoger tanto manchas ya secas como todavía húmedas. Si la mancha ya está seca es necesario humedecer ligeramente el algodón con agua (mejor si es agua destilada) o suero salino isótono (8.5%) antes de proceder a su recogida, para facilitar el paso de la mancha desde el soporte donde se encuentra a la torunda.<sup>12</sup>

**3. Etapas del análisis de una muestra forense.** La mancha de sangre es el indicio más abundante, por lo general y se toma en cuenta:

- Aspectos de las manchas:
  - Depende del tiempo de antigüedad y del soporte.
- Mecanismos de producción pueden ser por :
  - Proyección: la sangre sale proyectada
  - Altura: a mayor altura más irregular y mayor diámetro.
  - Naturaleza del soporte sean superficies lisas o no absorbentes
  - Escurrimiento: predice los cambios de posición que tuvo el cadáver
  - Contacto: queda impresión, huella de manos u otras partes del cuerpo
  - Impregnación: inhibición del sustrato por el líquido
  - Limpiadura: mixto entre contacto y la impregnación

- Las investigaciones analíticas de la mancha de sangre comprenden
  - Diagnóstico genérico
  - Diagnóstico específico
  - Diagnóstico individual

#### **4. Diagnóstico genérico**

**3.1.1 Pruebas de orientación:** se trata de técnicas que nos revelan la posible naturaleza de la mancha pero no aseguran, es decir, sirven solo para descartar, pero no para concluir. Por ejemplo, la llamada colorimetría que si resulta positiva nos orienta a pesar que estamos ante una mancha de sangre, pero sin poder asegurarlo.<sup>13</sup>

**3.1.2 Pruebas de certeza:** son técnicas microscópicas (investigación directa e investigación de elementos formes tras preparaciones previa). Técnicas macroquímicas o cristalográficas (cristales de hemocromogeno). Técnicas espectroscópicas (tiempo por objeto obtener espectro de hemoglobina). Técnicas cromatografías que aprovechan movilidad de la hemoglobina.<sup>13</sup>

**5. Diagnóstico específico:** Nos permiten determinar el tipo de organismo al que pertenece el resto biológico, una vez que se determina el tipo de muestra que hemos de analizar, interesa saber si se trata de una muestra humana o no. existen principalmente dos tipos de pruebas específicas: unas basadas en reacciones antígeno – anticuerpo y otras basadas en el estudio de ciertas regiones del ADN, si bien en cierto tipo de muestras (pelos, restos óseos) pueden realizarse un estudio de las características morfológicas para determinar el tipo de organismo.<sup>13</sup>

**6. Diagnóstico individual:** se da en el caso de muestras de origen humano se procederá a realizar la segunda etapa del estudio destinada a individualizar la muestra mediante técnicas de ADN que en ocasiones no es posible determinar el tipo de resto biológico hallado por la escasa cantidad de muestra disponible. En estos casos se suele proceder directamente a realizar los estudios de ADN para intentar individualizar la muestra.<sup>13</sup>

#### **D. TELAS**

Una tela es una estructura laminar flexible, resultante de la unión de hilos o fibras de manera coherente al entrelazarlos o al unirlos por otros medios. A la industria que fabrica telas tejidas a partir de hilos se le llama en general tejeduría.<sup>14</sup>

- 1. Manufactura del poli- algodón y la poli seda.** Cuando el algodón llega a la planta desmotadora, se carga en el edificio por medio de conductos colocados en los camiones y remolques. En muchos casos, pasa primero por una secadora que reduce el contenido de humedad para facilitar las siguientes operaciones.<sup>14</sup>

A continuación pasa a unas máquinas que separan del algodón toda la materia extraña: suciedad, restos de hojas, etc. El algodón limpio entra en las desmotadoras, que separan la fibra de las semillas. Por último, las fibras se empaquetan en balas, luego viene el proceso que implica básicamente la apertura, mezcla, cardado (en algunos casos también peinados), estirado y torcido para producir el material de los telares.<sup>14</sup> A continuación tiene lugar el hilado propiamente dicho. Este puede ser manual con el huso y la rueca, o con un torno de hilar. Sin embargo a nivel comercial se utilizan las hiladoras mecánicas. En todos los casos lo que se persigue es que se agrupen y tuerzan los filamentos continuos para formar hilos de varias hebras.<sup>15</sup>

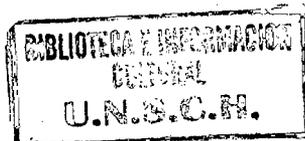
- 2. Tejido.** Para tejer se utiliza el telar y dos conjuntos de hilos, denominados respectivamente urdimbre (o pie) y trama. Los hilos de la urdimbre van a lo largo del telar, mientras que los de la trama van en dirección transversal. La trama se suministra por los lados del telar desde unas bobinas que se cambian automática o manualmente cuando se acaba el hilo. La lanzadera del telar hace pasar los hilos de la trama a través del telar, entrelazándolos perpendicularmente con la urdimbre. Modificando el número de hilos de la urdimbre y alterando la secuencia con la que se levanta o se bajan se logran diferentes dibujos y texturas. Durante el tejido, una capa protectora provisional conocida como imprimación protege los hilos de la urdimbre para evitar que se dañen.<sup>14</sup>
- 3. Teñido y estampado.** El teñido del algodón puede ser de distintas formas: las telas pueden colorearse una vez tejidas (tinte en la pieza), pueden teñirse las fibras sueltas en una cuba (tinte en bruto) y, por último, puede teñirse el hilo o filamento antes de tejerlo (tinte en el hilo). El principal método para estampar dibujos en algodón es el huecograbado mediante rodillos; en este proceso el dibujo se graba en rodillos de cobre (un rodillo para cada color) y se llenan las depresiones de los rodillos con pasta de estampado; a continuación se pasa la tela por los rodillos.<sup>14</sup>

## E. PRODUCTOS DE LIMPIEZA

1. **Componentes de las formulaciones detergentes, jabón y lejía.** Para lograr su papel limpiador, un detergente debe producir numerosos fenómenos, los cuales dependen en general del tipo de sustrato, del tipo de sucio y de las condiciones. Así se han diseñado fórmulas específicas capaces de actuar con eficiencia en casos particulares, y fórmulas generales con resultados más o menos satisfactorios en la mayoría de los casos.<sup>15</sup>

A continuación se mencionan los diferentes tipos de componentes que se encuentran en formulaciones para productos de limpieza y el papel que juegan.

- 1.1. **Surfactantes.** Los surfactantes aniónicos (sulfonatos, ester-sulfatos, jabones) y no iónicos (alcoholes o fenoles etoxilados) actúan como agentes de mojabilidad del sustrato, rebajan la tensión interfacial, se adsorben y cambian el potencial superficial, emulsionan el sucio líquido, y dispersan las partículas sólidas.<sup>15</sup>
- 1.2. **Agentes secuestrantes.** Estos agentes tienen como propósito mejorar la acción limpiadora del surfactante mediante varios efectos. Su principal acción es secuestrar a los cationes divalentes del agua dura (calcio, magnesio) para evitar la interacción de estos iones con los surfactantes. La eliminación se hace en forma de solubilización (quelato), precipitación, o intercambio iónico.<sup>15</sup>
- 1.3. **Agentes dispersantes de jabones de calcio.** Muchas formulaciones de productos de limpieza líquidas y en polvo para máquina de lavar contienen sales alcalinas de ácidos grasos, es decir jabones cuyo papel es reducir la espuma. Los jabones en barra o en escamas contienen un alto porcentaje de tales productos. Los jabones tienen excelentes propiedades limpiadoras, son seguros y fácilmente biodegradables; sin embargo son muy sensibles a los cationes divalentes, especialmente el calcio con el cual producen sales insolubles en agua.<sup>15</sup>
- 1.4. **Agentes anti (re)deposición.** Los agentes anti (re)deposición más utilizados son la carboximetil celulosa (CMC), y otros derivados no iónicos de la celulosa. Se usan también comercialmente la polivinil pirolidona, los polivinil alcoholes, y otros copolímeros entre moléculas de este tipo.<sup>15</sup>



- 1.5. Agentes espumantes y no espumantes.** La producción de espuma no tiene nada que ver con el poder detergente. Sin embargo el consumidor tiene siempre la impresión de que si no hay espuma no hay buena detergencia.
- 1.6. Agentes suavizadores.** La necesidad de agentes suavizadores surgió del abandono de los jabones para los detergentes sintéticos. Después de un lavado con jabón quedaba siempre sobre las fibras un residuo de jabón de calcio precipitado que actuaba como suavizador. Después de un lavado con detergentes sintéticos del tipo alquilbenceno sulfonatos formulados con secuestradores, el textil seco presenta una superficie cuyo contacto no es siempre agradable sobre la piel, especialmente si se trata de fibras naturales. Esta sensación de falta de suavidad proviene del hecho de que el textil es demasiado limpio, al igual del cabello después de un lavado con un champú muy detergente.<sup>14</sup>
- 1.7. Agentes blanqueadores.** Hay actualmente en el mercado dos tipos de agentes blanqueadores para téxtiles, ambos con propiedades oxidantes: los hipohaluros, esencialmente el hipoclorito de sodio, y las sales inorgánicas peroxigenadas, principalmente el perborato de sodio.

Los agentes blanqueadores oxidantes deben ser intrínsecamente inestables para cumplir con su función, que consiste en oxidar, es decir en ganar electrones. De manera paradójica deben ser lo más estables posible cuando están almacenados solo o en la mezcla detergente, e inestables cuando están en el baño de lavado.

- 1.8. Enzimas.** Los surfactantes con actividad biológica contienen enzimas tales como esperasa, savinasa o alcalasa. Estas enzimas son proteasas capaces de degradar rápidamente manchas de proteínas en un medio de pH alcalino y a temperatura de hasta 60°C. Su actividad permite la utilización de un medio detergente en frío, particularmente en detergentes líquido, para remojo a temperatura ambiente<sup>15</sup>.

#### **F. BLUESTAR FORENSIC FREE:**

El luminol fue sintetizado por primera vez en 1853 como 5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona. Posteriormente, en 1928 el científico alemán H. Albrecht publica la quimioluminiscencia del luminol, en la revista alemana Zeitschrift für

Physikalische Chemie. Es a partir de este instante que comienzan los estudios del luminol en áreas como la biología o la medicina. En 1934, E. Huntress propone el nombre de luminol, que significa "productor de luz", en un artículo publicado en el Journal of the American Chemical Society. Pero fue unos años más tarde, en 1937, cuando Walter Specht, científico del Instituto Universitario de Medicina Legal de Jena (Alemania), propuso el uso del luminol para detectar sangre en escenas de crimen. Anteriormente sólo se le había empleado para encontrar cobre en la minería.<sup>16</sup>

El Bluestar Forensic Free, es un derivado del luminol, sólido a temperatura ambiente, de color amarillo pálido, soluble en la mayoría de solventes orgánicos y ligeramente soluble en agua.<sup>16</sup>

Es una molécula sencilla, sin centros asimétricos, que se prepara comercialmente a partir del ácido 3-nitroftálico mediante la condensación de este ácido con hidracina ( $N_2H_4$ ). La reducción del grupo nitro a la amina primaria correspondiente permite la síntesis del Bluestar Forensic Free. Sin embargo, la aplicación directa del Bluestar Forensic Free a un área con sangre no produce la luminiscencia. De hecho, inicialmente el luminol no tenía uso en medicina forense (véase el cuadro "Historia y curiosidades relacionadas con el Bluestar Forensic Free"). Para que ocurra la luminiscencia es necesario "activar" al Bluestar Forensic Free. Esto ocurre preparando una solución acuosa de Bluestar Forensic Free con un agente oxidante, como el agua oxigenada ( $H_2O_2$ ), y un hidróxido que proporcione un medio básico. En presencia de estas sustancias la oxidación del Bluestar Forensic Free ocurre lentamente.<sup>16</sup>

En un primer paso, la base atrapa los hidrógenos unidos a los átomos de nitrógeno. Luego, la reacción del dianión El Bluestar Forensic Free resultante con oxígeno molecular (paso 2) permite el intercambio de las amidas por los correspondientes ésteres, mediante una adición cíclica. Este paso está muy favorecido dado que se forma nitrógeno molecular, un muy buen grupo saliente debido a su mínima reactividad. El peróxido formado, muy inestable, se rompe (paso 3), dando lugar al anión 3-aminofalato. Sin embargo, tal ruptura del peróxido produce esta molécula en estado excitado. Esto origina que, cuando la molécula alcanza su estado basal, libera energía en forma de luz, de una coloración azul.<sup>16</sup>

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación:**

- El presente trabajo de investigación se ejecutó en los laboratorios de microbiología ambiental y laboratorios de biología forense del área de criminalística de la policía nacional del Perú Ayacucho.

#### **3.2 Fase pre- Analítica:**

##### **3.2.1. Preparación de telas**

- Se usa telas de poli algodón y poli seda, cortadas con las medidas 1.5cm X 1.5 cm, 432 unidades para tipo de tela, un total de 864 unidades.

##### **3.2.2. Obtención de la sangre**

- Recolectar sangre por veno punción del antebrazo en un tubo Vacutainer (línea VACUTTE) con EDTA al 5%.

##### **3.2.3. Preparación de telas con manchas de sangre, el patrón y blanco.**

- Manchar las telas con 100 micro litros de sangre sobre los trozos de tela: poli algodón y telas poli seda y Dejar secar por 24 horas en sombra.

##### **3.2.4. Preparar los patrones positivo y negativo.**

- Para el patrón positivo manchar una tela con 100 micro litros de sangre sobre el punto centro de cada trozo: poli algodón y telas poli seda.
- Para el patrón negativo no manchar.

##### **3.2.5. Preparación de las diluciones de los productos de limpieza.**

- Rotular frascos de vidrio con las diluciones: 0 mL / 400 mL; 20 mL / 400 mL; 40 mL / 400 mL; 60 mL / 400 mL; 80 mL /400 mL; 100 mL /400 mL.

y el tiempo (0, 4; 8, 12, 16, 20 horas) de igual manera para cada tipo de tela (poli algodón y poli seda) y producto de limpieza.

- Diluir los productos de limpieza (jabón, detergente y legía) en 400 mL de agua y Colocar 4 telas de poli algodón y poli seda, en cada tratamiento.

### **3.3 Fase Analítica**

#### **3.3.1 Lavado de las telas con mancha de sangre cada 4 horas**

- Lavar las manchas por fricción (Movimientos horizontales) 20 veces. Después de cada 4 horas.

#### **3.3.2 Enjuague de los trozos de tela remojados**

- Eliminar el sobrenadante y agregar 400ml de agua, seguidamente agitar 20 veces y volver a eliminar el sobrenadante, repetir 5 veces, para cada tratamiento y Secar a temperatura ambiente por 24 horas.

#### **3.3.3 Revelado**

- Acondicionar una habitación totalmente oscura y preparar el reactivo de Bluestar Forensic Free: Disolver las dos pastillas, una por una dentro del recipiente y agitar hasta homogenizar completamente.
- Colocar los trozos de tela sobre una cartulina.
- Pulverizar el reactivo sobre los trozos de tela a una distancia de 10 cm.

#### **3.3.4. Fotografías**

- Programar la cámara (Canon EOS Revel T3) subir el ISO al máximo, abrir todo el diafragma y el obturador a 1/10, Fijar la cámara (Canon EOS Revel T3) sobre un trípode a una distancia de 30cm de la cartulina que contiene las telas.
- Sincronizar la captura de la fotografía con la pulverización reveladora.

### **3.4. Fase Post Analítica.**

- Numero de repeticiones por tratamiento es 4
- Valor del patrón positivo es 250, patrón negativo es 200

#### **3.4.1. Valoración de la quimioluminiscencia**

- Abrir el programa de Power point, insertar las fotos debidamente nombradas, crear y comparar con la escala, en la herramienta, color opción personalizado, en base al patrón negativo (200) y al patrón positivo (250).

### **3.5. Análisis estadístico**

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANVA) Con arreglo factorial axbxc. Considerando el nivel de confianza, P value > 0.05

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 01.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli algodón con manchas sanguíneas, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Dilución	0/400		20/400		40/400		60/400		80/400		100/400	
0	244	242	240	238	236	234	232	230	228	226	224	222
	240	238	236	234	232	230	228	226	224	222	220	218
4	237	235	233	228	226	224	222	220	218	216	214	212
	230	228	226	224	222	220	218	216	214	212	210	208
8	233	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211
	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205
12	225	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198
	218	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194
16	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197	195	193
	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190
20	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186
	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184	182

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia

- Positivo
- Intermedio
- Negativo

**Tabla 02.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli algodón con manchas sanguíneas, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Concentración	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	244	242	240	238	236	234
4	237	235	233	231	229	227
8	230	226	226			
12						
16						
20						

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia
-  Positivo
-  Intermedio
-  Negativo

**Tabla 03.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli algodón con manchas sanguíneas, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Concentración	0/400			20/400			40/400			60/400			80/400			100/400		
0	243	241	239	237	235	233	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209
	239	237	235	233	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205
4	238	236	234	232	230	228	226	224	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204
	234	232	230	228	226	224	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200
8	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197
	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197	195	193
12	226	224	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192
	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186
16	217	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183
	213	211	209	207	205	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183	181	179
20	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184	182
	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184	182	180	178

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia

-  Positivo
-  Intermedio
-  Negativo

**Tabla 04.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli seda con manchas sanguíneas, lavadas con jabón a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Concentración	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	241	239	237	235	233	231
	237	235	233	231	229	227
4	234	232	230	228	226	
	230	228	226			
8	227					
12						
16						
20						

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia

-  Positivo
-  Intermedio
-  Negativo

**Tabla 05.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli seda con manchas sanguíneas, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Concentración	0/400			20/400			40/400			60/400			80/400			100/400		
0	242	240	238	236	234	232	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209
	238	236	234	232	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205
4	237	235	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205	203	201
	231	229	227	225	223	221	219	217	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197
8	228	226	224	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194
	224	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190
12	222	220	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188
	218	216	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184
16	214	212	210	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184	182	180
	208	206	204	202	200	198	196	194	192	190	188	186	184	182	180	178	176	174
20	207	205	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183	181	179	177	175	173
	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183	181	179	177	175	173	171	169

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia

-  Positivo
-  Intermedio
-  Negativo

**Tabla 06.** Evaluación de la quimioluminiscencia en telas de poli seda con manchas sanguíneas, lavadas con legía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013.

Horas/Concentración	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	241	239	237	235	233	231
	237	235	233	231	229	227
4	234	232	230			
	230	228	226			
8	227					
12						
16						
20						

**Leyenda:**

- Los valores numéricos indican la intensidad de la quimioluminiscencia
-  Positivo
-  Intermedio
-  Negativo

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Sobre jabón

En la tabla N° 1, Las telas de poli algodón a diferentes diluciones de jabón y diferentes horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón positivo y el patrón negativo, se consideró como positivos los valores 244 a 227; intermedio de 225 a 202; negativo de 200 a 182.(ver página 28). El jabón altera la reacción de BFF sobre telas de poli algodón con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, a medida que el tiempo y la dilución del producto aumentan. (Ver Anexo 1- Tabla 07 y Figura 01). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p>0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia es significativa dando el resultado  $p=0.01$ .

Mientras en la tabla N° 4, Las telas de poli seda a diferentes diluciones de jabón y diferente horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón y el blanco se consideró como positivos los valores 244 a 227; intermedio de 225 a 202; negativo de 200 182. (Ver página 31). El jabón altera la reacción de BFF sobre telas de poli seda con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, en menor tiempo y dilución del producto. (Ver Anexo 1- Tabla 10 y Figura 04). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p>0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia es significativa dando el resultado  $p =0.01$ .

Esta variación en los valores de quimioluminiscencia del BFF, es causada por la acción de remoción del jabón, que encapsula a la vez que va disolviendo a las moléculas de proteínas de la mancha sanguínea.<sup>15</sup> La composición de cada tipo de tela también intervienen en la diferencia de los valores quimio luminiscentes, porque el poli algodón por su porcentaje de algodón, tiene una capacidad de mayor retención de la mancha sanguínea, en comparación con la tela de poli seda.<sup>14</sup>

## **5.2 Sobre Detergente**

En la tabla N° 2, Las telas de poli algodón a diferentes diluciones de detergente y diferente horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón positivo y el patrón negativo, se consideró como positivos los valores 244 a 226; intermedio de 224 a 201; negativo de 200 a 183. (Ver página 29). El detergente altera la reacción de BFF sobre telas de poli algodón con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, a medida que el tiempo y la dilución del producto aumentan (Ver Anexo 1- Tabla 08 y Figura 02). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p > 0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia que es significativa dando el resultado  $p = 0.01$ .

Mientras en la tabla N° 5, Las telas de poli seda a diferentes diluciones de detergente y diferente horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón positivo y el patrón negativo, se consideró como positivos los valores 241 a 227; intermedio de 225 a 201; negativo de 200 a 181. (ver página 32). El detergente altera la reacción de BFF sobre telas de poli seda con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, en menor tiempo y dilución del producto. (Ver Anexo 1- Tabla 11 y Figura 05). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p > 0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia es significativa dando el resultado  $p = 0.01$ .

El detergente Humecta es decir produce una ruptura de la tensión superficial del agua para que una sola gota de esta, sea capaz de mojar una mayor superficie.<sup>15</sup> La composición de cada tipo de tela también intervienen en la

diferencia de los valores quimio luminiscentes, porque el poli algodón por su porcentaje de algodón, tiene una capacidad de mayor retención de la mancha sanguínea, en comparación con la tela de poli seda.<sup>14</sup>

### **5.3 Sobre Lejía**

En la tabla N° 3, Las telas de poli algodón a diferentes diluciones de lejía y diferente horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón positivo y el patrón negativo, se consideró como positivos los valores 243 a 227; intermedio de 225 a 202; negativo de 201 a 184. (Ver página 30). La lejía altera la reacción de BFF sobre telas de poli algodón con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, a medida que el tiempo y la dilución del producto aumentan (Ver Anexo 1- Tabla 09 y Figura 03). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p > 0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia que es significativa dando el resultado  $p = 0.01$ .

Mientras en la tabla N° 6, Las telas de poli seda a diferentes diluciones de lejía y diferente horas de lavado, de acuerdo al contraste con el patrón positivo y el patrón negativo, se consideró, como positivos los valores 241 a 226; intermedio de 225 a 201; negativo de 200 a 180. (Ver página 33) La lejía altera la reacción de BFF sobre telas de poli seda con manchas sanguíneas, presentando valores de quimioluminiscencia cada vez más cercanos al negativo, en menor tiempo y dilución del producto. (Ver Anexo 1- Tabla 12 y Figura 06). ). La probabilidad de obtener valores de quimioluminiscencia con un nivel de confianza de  $p > 0.05$ , estadísticamente se determina que la diferencia es significativa dando el resultado  $p = 0.01$

La lejía con su poder de desinfección actúa rompiendo en pequeñas unidades la cadenas de moléculas, también libera oxígeno activo que ataca y descompone las proteínas.<sup>15</sup> La composición de cada tipo de tela, también intervienen en la diferencia de los valores quimio luminiscentes, porque el poli algodón por su porcentaje de algodón, tiene una capacidad de mayor retención de la mancha sanguínea, en comparación con la tela de poli seda.<sup>14</sup>

Respecto a otros estudios similares al nuestro tenemos el estudio reportado por WEBB S., Estudio comparativo de los reactivos :Bluestar Forensic Free y Luminol sobre sangre latentes.<sup>4</sup> Donde no fue posible comparar los mismos parámetros de análisis, ya que en la anterior investigación reporta resultados predictivos y la investigación realizada sólo indaga el límite de reacción químico luminiscente del Bluestar Forensic Free, en manchas sanguíneas lavadas, con diferentes diluciones de productos de limpieza.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Las diluciones (0/400; 20/400; 40/400; 60/400; 80/400; 100/400) de los productos de limpieza, afectaron la reacción de quimioluminiscencia de Bluestar Forensic Free, sobre manchas sanguíneas de interés forense.
- El tiempo (0; 4; 8; 12; 16; 20) horas de exposición en el lavado con los productos de limpieza afectaron, la reacción del Bluestar Forensic Free, sobre las telas con mancha de sangre.
- La dilución de los productos de limpieza y el tiempo de exposición en cada tipo de tela, no inhibieron la reacción de quimioluminiscencia del Bluestar Forensic Free sobre manchas sanguíneas de interés forense.
- Se evaluaron la reacción de "Bluestar Forensic Free", si detecta manchas sanguíneas de interés forense.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar reactivos que se encuentren vigentes a su fecha de expiración, para evitar falsos positivos o falsos negativos en la técnica utilizada.
- Se recomienda usar diferentes soporte como alfombras, telas teñidas y otros
- Se recomienda diluir la sangre antes de realizar el manchado.
- Se recomienda usar un solo producto de limpieza con dilución más altas.
- Se recomienda utilizar frascos de vidrio para las diluciones ya que los materiales plásticos pueden contaminar el material en remojo.

## VII.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Castello A, "Desarrollo de manchas latentes: efectividad del Luminol y evaluación de su efecto sobre el análisis de ADN". Cuadernos de medicina forense. Sevilla, España 2002.
2. Shanan S, Nigel W, "Evaluación de seis pruebas presuntivas de sangre, su especificidad, sensibilidad y efecto en alto peso molecular - ADN Actualizada". Enero. México 2007
3. Blum I, Philippe E, Rocquefelte S. "Nuevo reactivo de alto rendimiento y procedimiento para la detección de manchas de sangre latente base de luminol quimioluminiscencia". Forensic Sci: vol.39 pagina 81-100. México 2006.
4. Webb S, "Departamento criminalista de la Policía Metropolitana, Luminol y BlueStar: Estudio comparativo de los reactivos de sangre latentes". Revista de ciencias forenses, México 1999, Páginas: 783-787.
5. Ann Bruto M, Kaldun K, "El efecto de Luminol en pruebas presuntivas y análisis de ADN utilizando la reacción en cadena de la polimerasa". Revista de ciencias forenses, México 1999, Páginas: 837-840.
6. Santiago, W. "Fluidos Corporales en investigación Criminal". Editorial Limusa. Santiago de Chile. 2007.
7. Arce Hernandez A. Villaescusa R, "Organización de la membrana eritrocitaria", Artículos de revisión; Habana Cuba. 2005: pág. 1-5
8. Arce Hernandez A, Villaescusa Blanco R, "Organización de la membrana eritrocitaria: estructura y función", artículos de revisión; Habana Cuba. Página 5-8.
9. Schultz r. Devlin T, "Bioquímica de proteínas fisiológicas". Ed 7. Barcelona: Editorial Reverte;1993. Pág. 95-133.
10. Estévez, J, "Formación criminalística enfoque pericial algunos aspectos de la investigación Científica Forense", 3° Ed; Barcelona - España, Edit. Horizonte; 2008.
11. Garcia E, Investigación en la Escena del Crimen", Tesis de Diplomado. Lima, Perú, Instituto de Medicina Legal, Universidad Tecnológica del Perú; 2008.
12. Orlando, R, "Patrones de sangre". Seminario de Ciencias Forenses; Guatemala, San Carlos, 2010: 97-124.

13. Gonzales, C, "Técnicas de laboratorio en biología forense - exámenes de laboratorio (recopilación)", Lima - Perú, Ediciones Carmen; 2003.
14. Revista textil panamericanos. Edición 3-2007.edición 2-2006 Lima Perú.
15. Tan Ho Tai, "Detergentes formulación y productos de cuidado personal, una guía completa para el desarrollo de productos". E.E.U.U.2000.
16. Bluestar forense, "Latent bloodstain reagent". Disponible en [http://www.bluestar-forensic.com/es/documentacion\\_bluestar.php](http://www.bluestar-forensic.com/es/documentacion_bluestar.php)

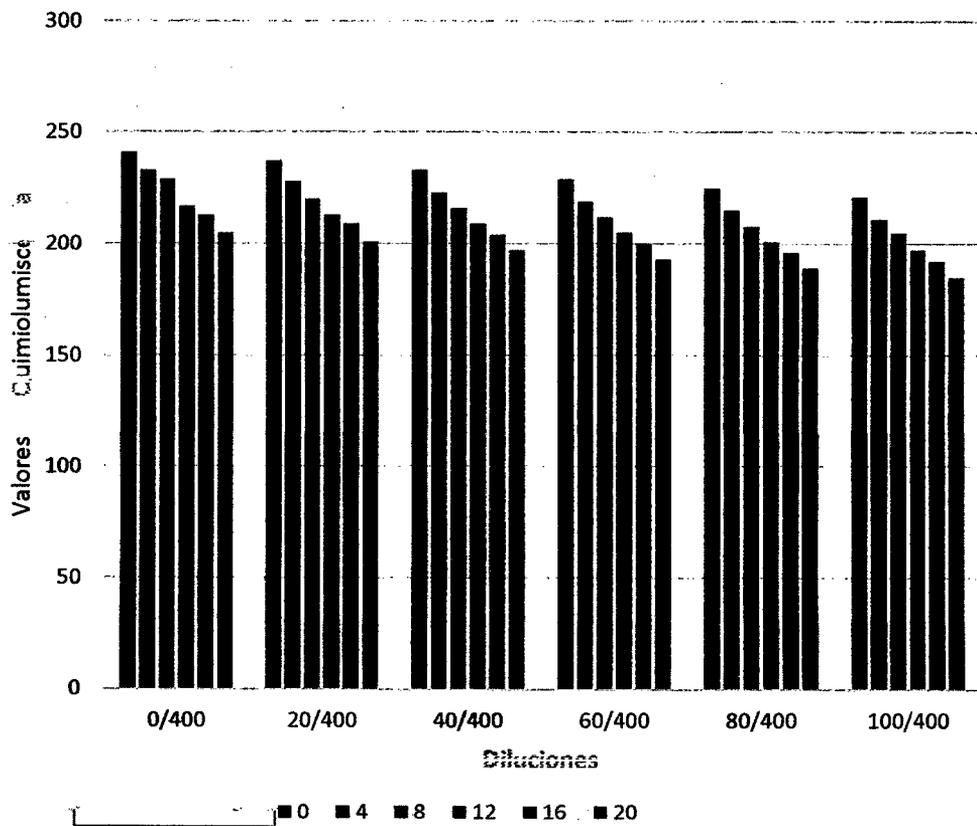
## **ANEXOS**

### Anexo 1

**Tabla N° 07:** Promedio de los valores quimioluminiscientes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabon a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	241	237	233	229	225	221
4	233	228	223	219	215	211
8	229	220	216	212	208	205
12	217	213	209	205	201	197
16	213	209	204	200	196	192
20	205	201	197	193	189	185

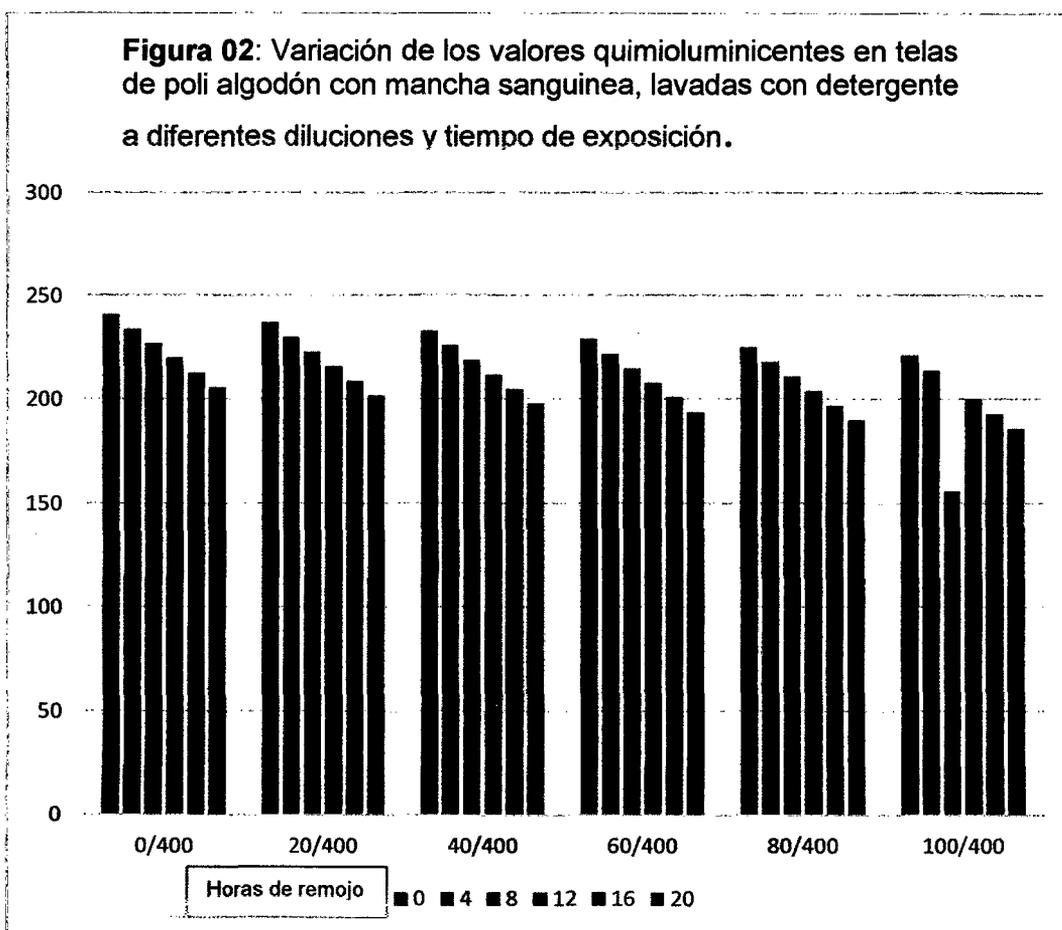
**Figura 01:** Variación de los valores quimioluminiscentes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabon a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



**Tabla N° 08:** Promedio de los valores quimioluminiscientes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	241	237	233	229	225	221
4	234	230	226	222	218	214
8	227	223	219	215	211	156
12	220	216	212	208	204	200
16	213	209	205	201	197	193
20	206	202	198	194	190	186

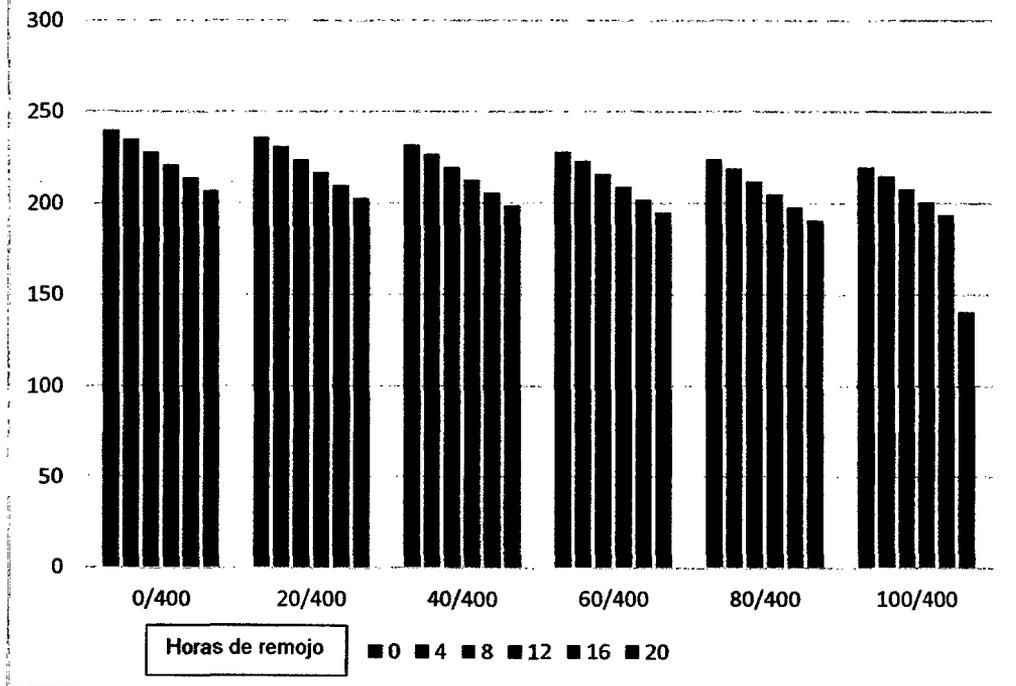
**Figura 02:** Variación de los valores quimioluminiscetes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



**Tabla N° 09:** Promedio de los valores quimioluminiscetes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	240	236	232	228	224	220
4	235	231	227	223	219	215
8	228	224	220	216	212	208
12	221	217	213	209	205	201
16	214	210	206	202	198	194
20	207	203	199	195	191	141

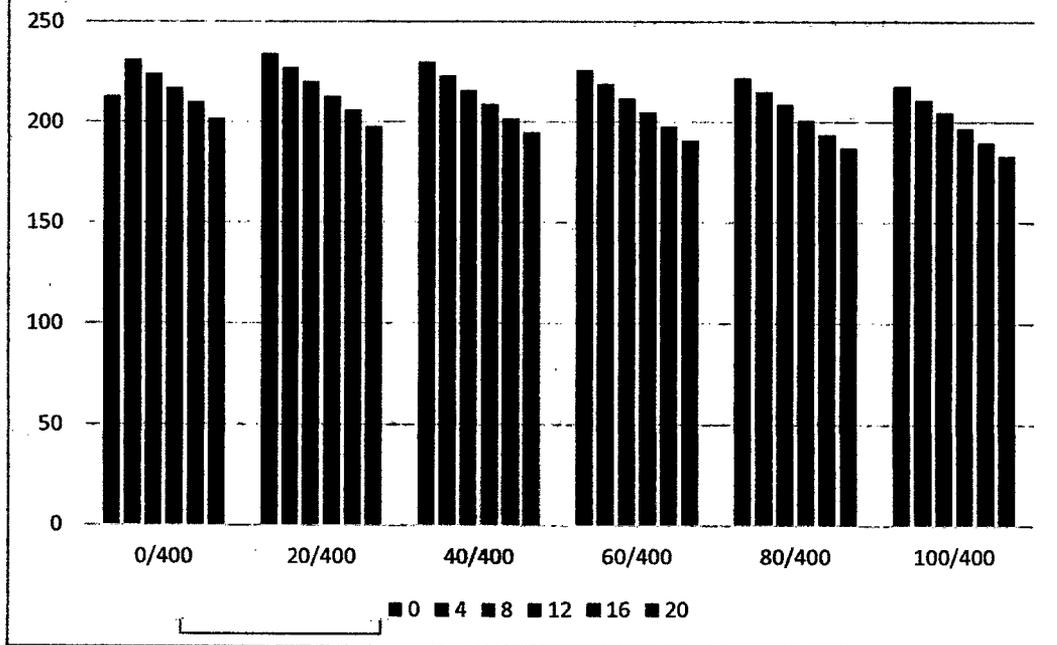
**Figura 03:** Variación de los valores quimioluminiscetes en telas de poli algodón con mancha sanguínea, lavadas con jabon a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



**Tabla N° 10:** Promedio de los valores quimioluminicentes en telas de poli seda con mancha sanguinea, lavadas con jabon a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	213	234	230	226	222	218
4	231	227	223	219	215	211
8	224	220	216	212	209	205
12	217	213	209	205	201	197
16	210	206	202	198	194	190
20	202	198	195	191	187	183

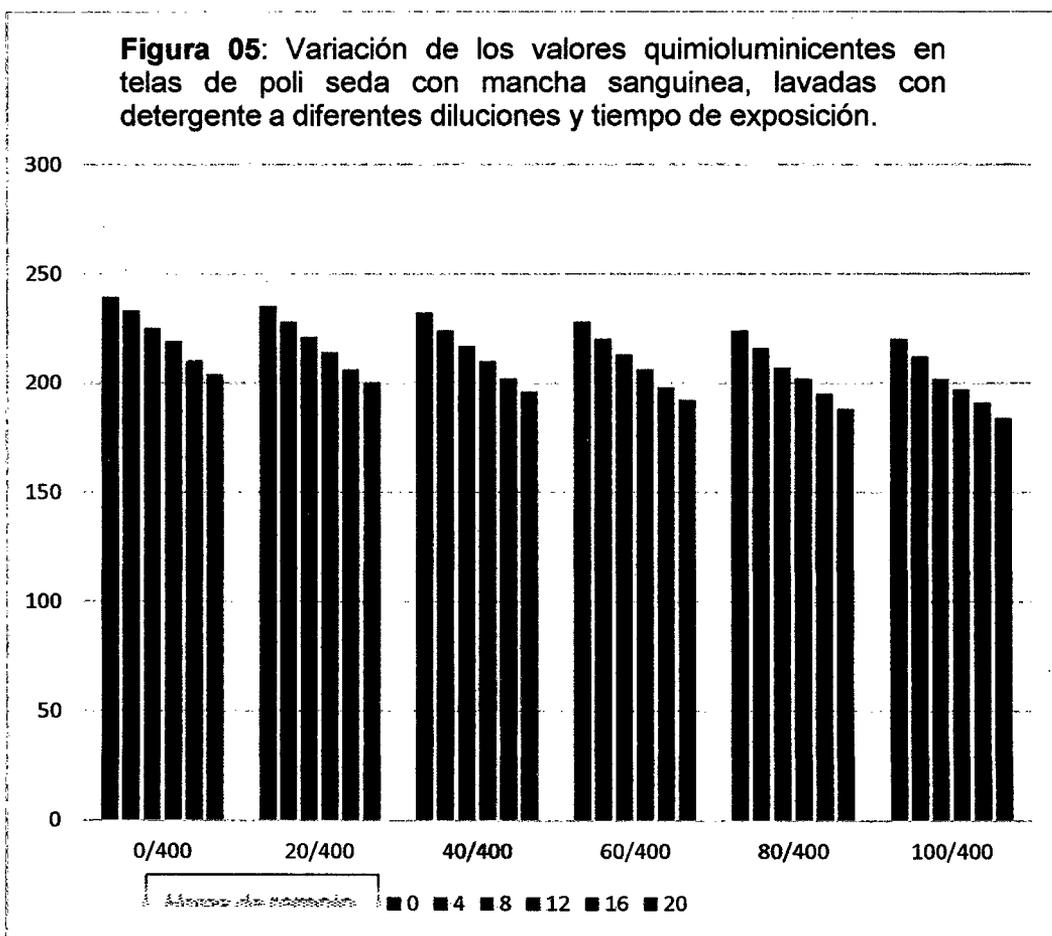
**Figura 04:** Variación de los valores quimioluminiscetes en telas de poli seda con mancha sanguinea, lavadas con jabon a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



**Tabla N° 11:** Promedio de los valores quimioluminiscientes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	239	235	232	228	224	220
4	233	228	224	220	216	212
8	225	221	217	213	207	202
12	219	214	210	206	202	197
16	210	206	202	198	195	191
20	204	200	196	192	188	184

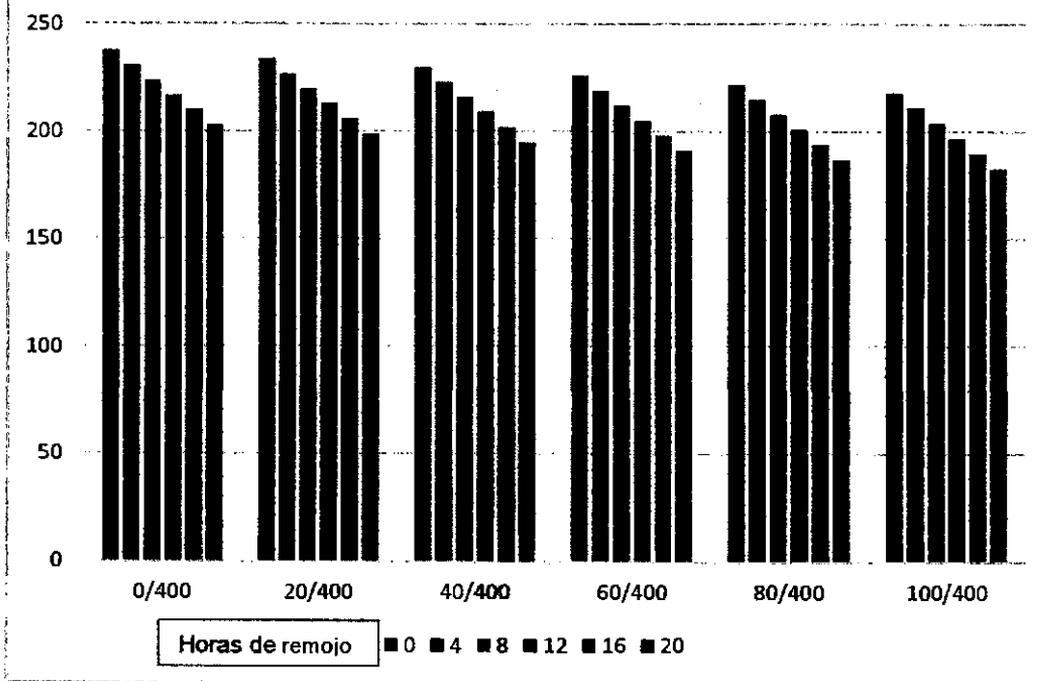
**Figura 05:** Variación de los valores quimioluminiscientes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con detergente a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



**Tabla N° 12:** Promedio de los valores quimioluminiscientes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición. Ayacucho. 2013

Hora /Dilución	0/400	20/400	40/400	60/400	80/400	100/400
0	238	234	230	226	222	218
4	231	227	223	219	215	211
8	224	220	216	212	208	204
12	217	213	209	205	201	197
16	210	206	202	198	194	190
20	203	199	195	191	187	183

**Figura 06:** Variación de los valores quimioluminiscientes en telas de poli seda con mancha sanguínea, lavadas con lejía a diferentes diluciones y tiempo de exposición.



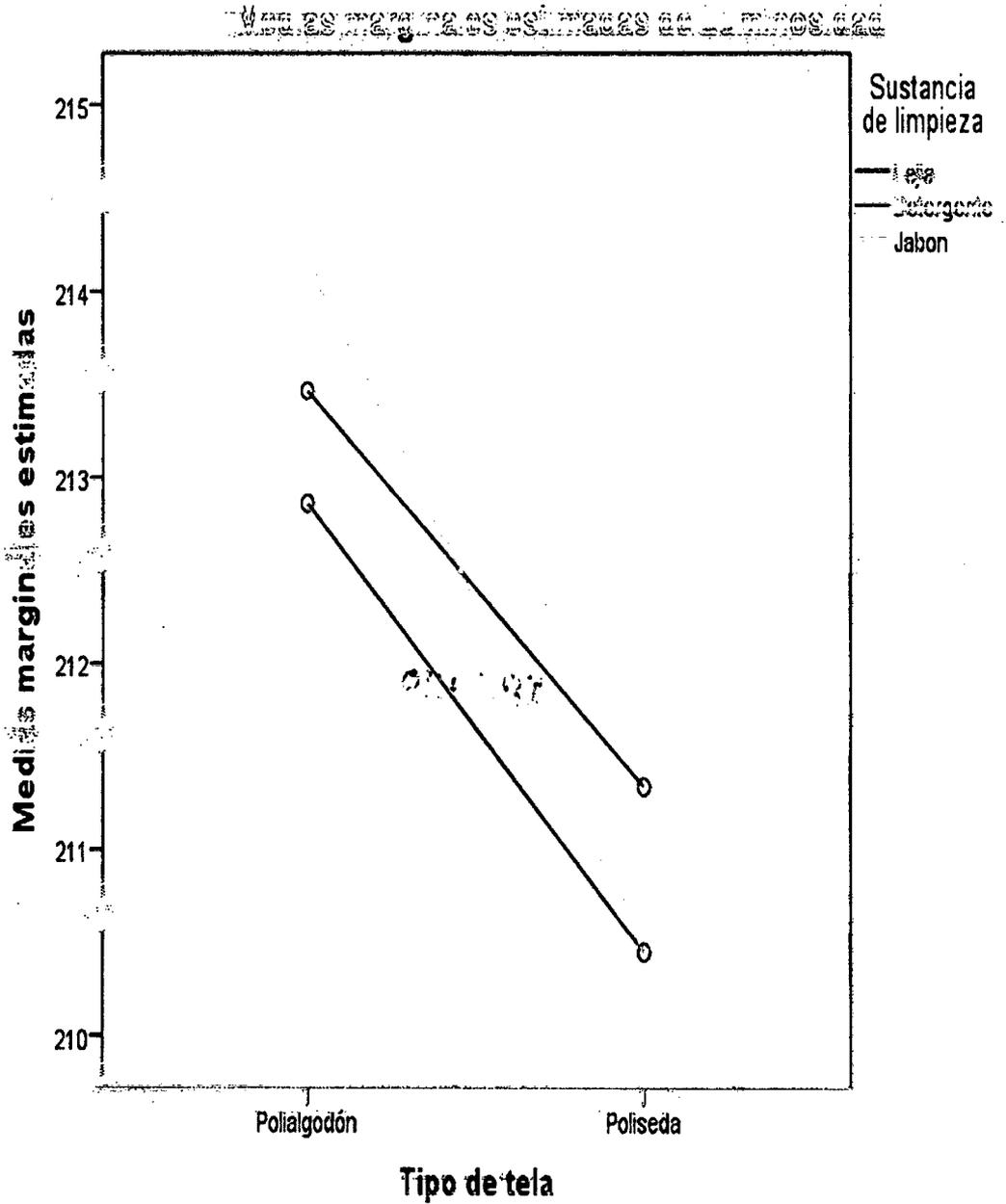
**Tabla 13.** Pruebas de los efectos inter-sujetos, realizados en el laboratorio de microbiología ambiental en marzo del 2013.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	166320,471 <sup>a</sup>	215	773,584	110,275	,000
Intersección	38879542,779	1	38879542,779	5542307,3	,000
				69	
Tiempo H	123446,339	5	24689,268	3519,473	,000
Tipo de tela	1614,307	1	1614,307	230,121	,000
Sustancia	97,975	2	48,987	6,983	,001
Tiempo h * tipo de tela	26,311	5	5,262	,750	,586
Tiempo h * sustancia	88,345	10	8,834	1,259	,250
Tipo de tela * sustancia	96,905	2	48,453	6,907	,001
Tiempo h * tipo de tela * sustancia	66,331	10	6,633	,946	,490
Error	4545,750	648	7,015		
Total	39050409,000	864			
Total corregida	170866,221	863			

R cuadrado = .973 (R cuadrado corregida = .965), ANVA. Con arreglo axbxc

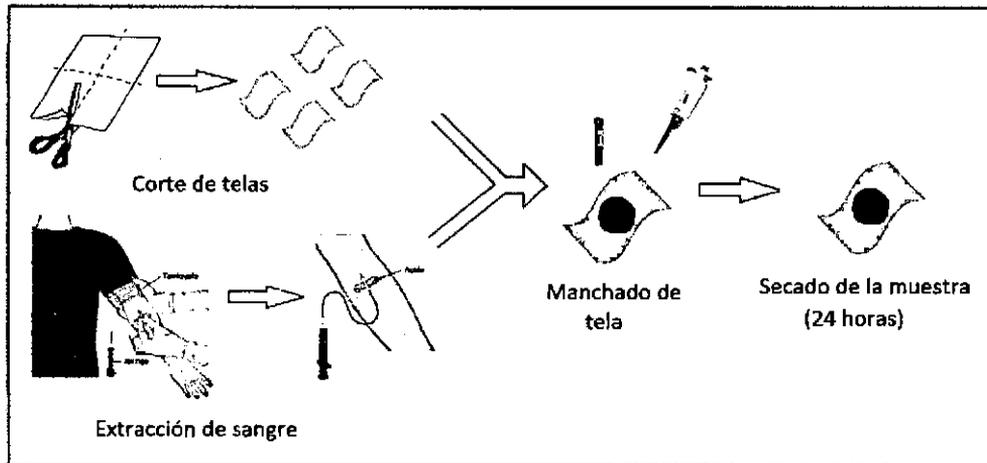
P value > 0.05 (No se rechaza la hipótesis nula).

**Figura 07.** Comparación de los valores y comportamiento de los productos de limpieza en su efecto de la reacción quimio luminiscente.

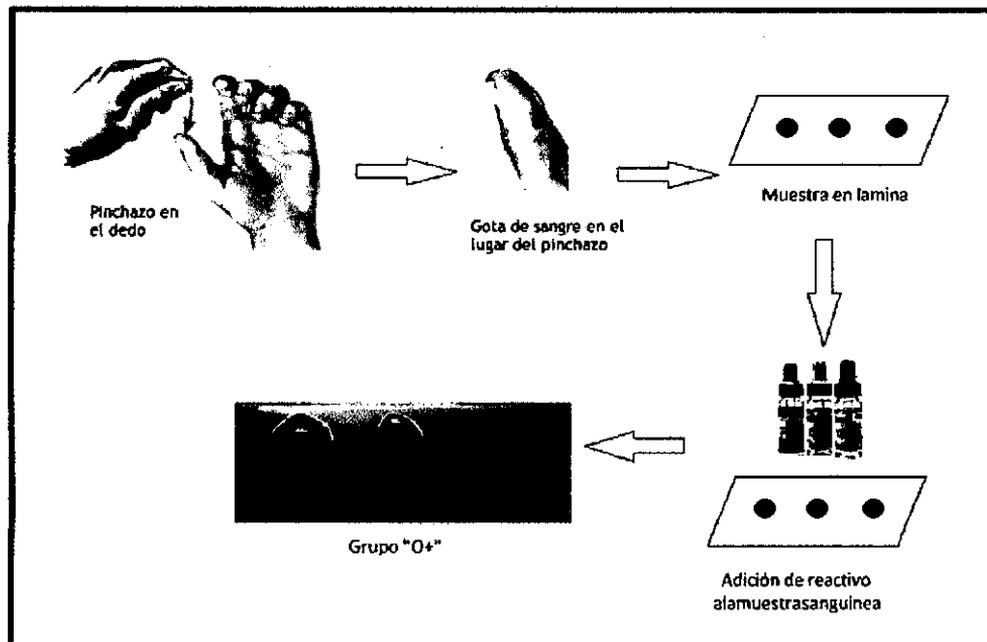


## Anexo 2

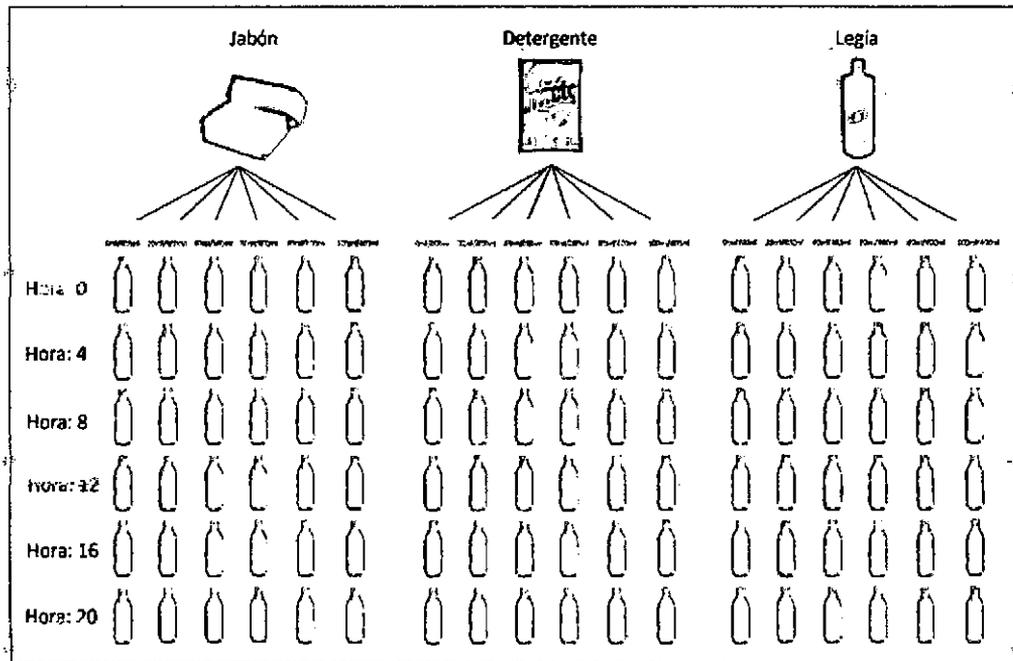
3.2.6. **Figura 08:** Fase Pre – Analítica (Preparación de telas, Obtención de la sangre, Preparación de telas con manchas de sangre)



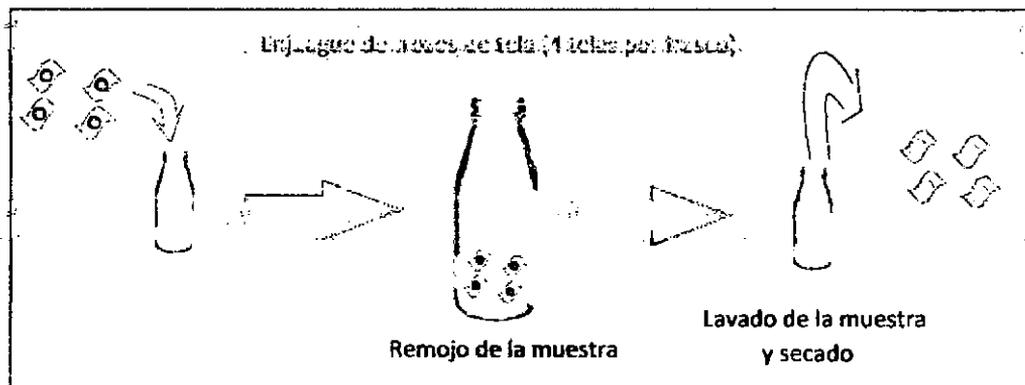
**Figura 09:** Prueba de grupo sanguíneo al donante de la muestra de sangre.



**Figura 10: Preparación de las diluciones de los productos de limpieza**



**Figura 11: Remojo de las telas con mancha de sangre con cuatro repeticiones**



Anexo 3

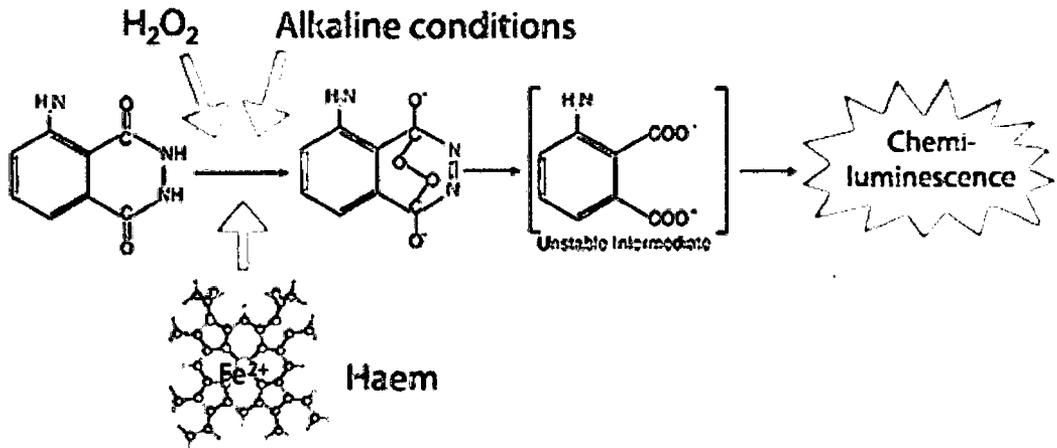
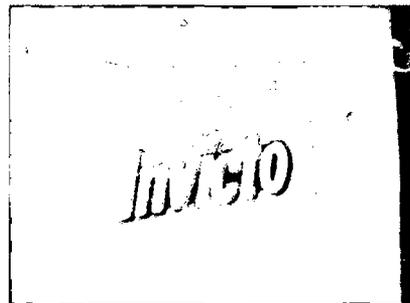
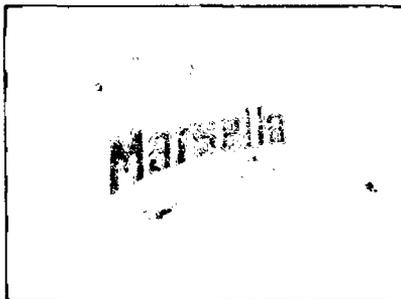


Figura 12: reacción de la sangre frente el reactivo de Bluestar Forensic Free



Figuras 13, 14, 15: productos de limpieza lejía, detergente, jabón

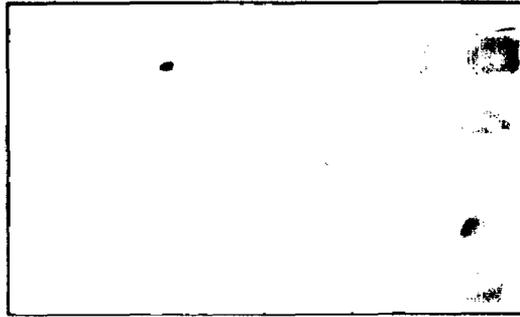


Figura 16: Tela poli seda manchada con sangre

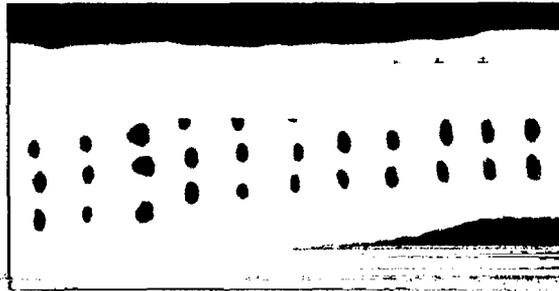


Figura 17: Tela poli algodón manchada con sangre

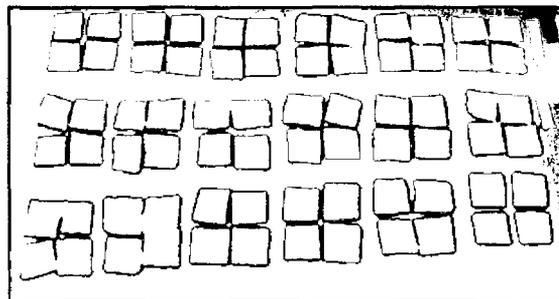


Figura 18: Tela poli seda manchada con sangre después del lavado y seca

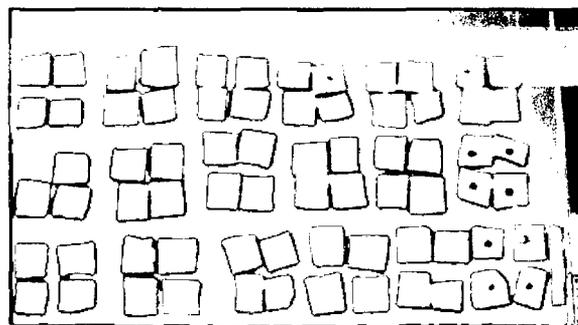


Figura 19: Tela poli algodón manchada con sangre después del lavado y seca.



Figura 20: Telas manchadas con sangre remojando en diluciones de jabón;  
Figura 21: Telas manchadas con sangre remojando en diluciones de detergente.  
Figura 22: Telas manchadas con sangre remojando en diluciones de lejía.

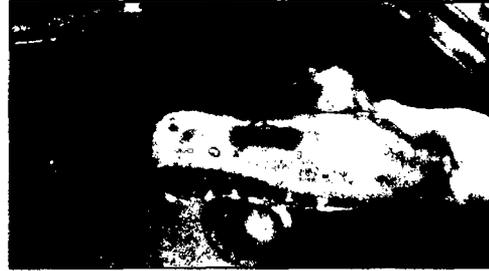
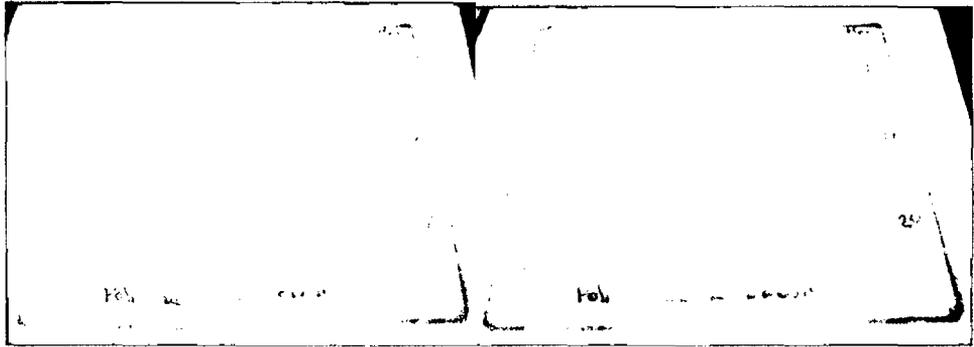
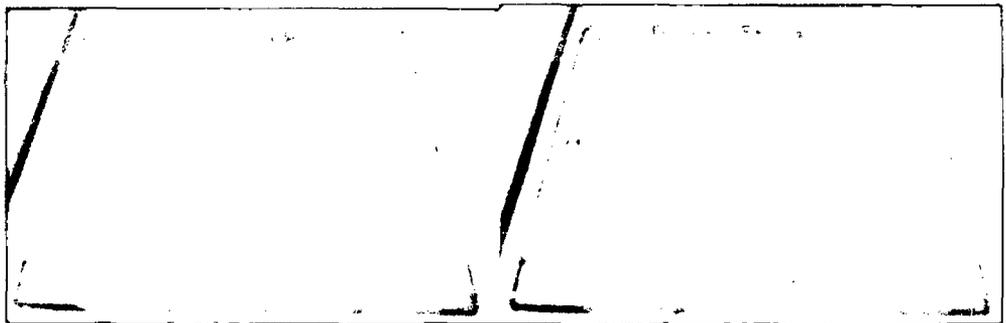


Figura 23: lavado de las telas con los productos de limpieza jabón; Figura 24:  
lavado de las telas con los productos de limpieza detergente; Figura 25: lavado  
de las telas con los productos de limpieza lejía



**Figuras 26, 27: secado de telas lavadas con jabón**



**Figuras 28, 29: secado de telas lavadas con detergente**



**Figuras 30, 31: secado de las telas lavadas con lejía**



Figura: 32 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 0 h



Figura: 33 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 4 h

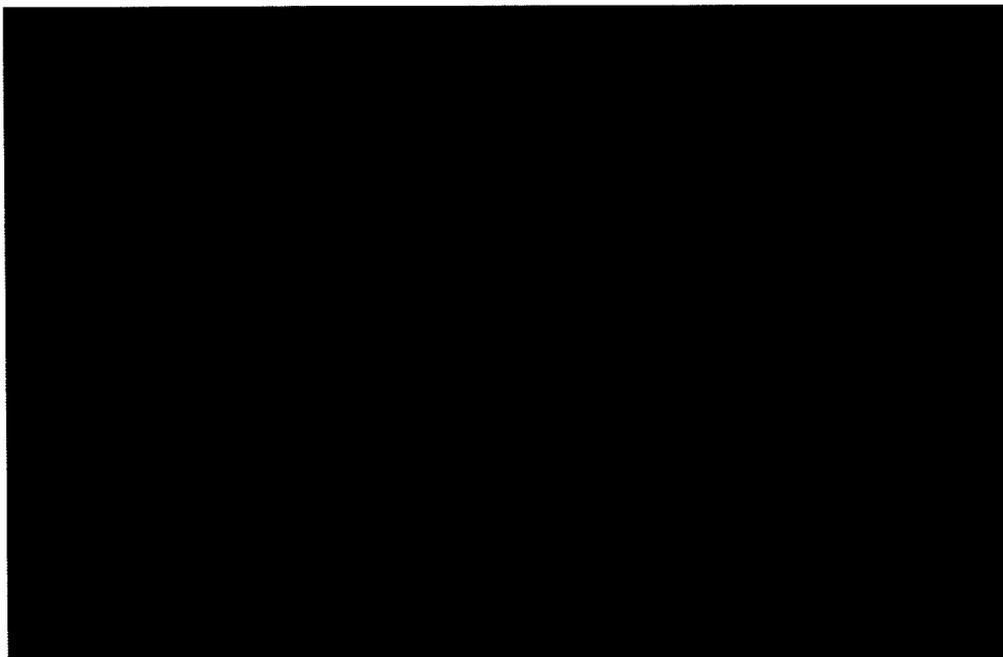


Figura: 34 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 8 h

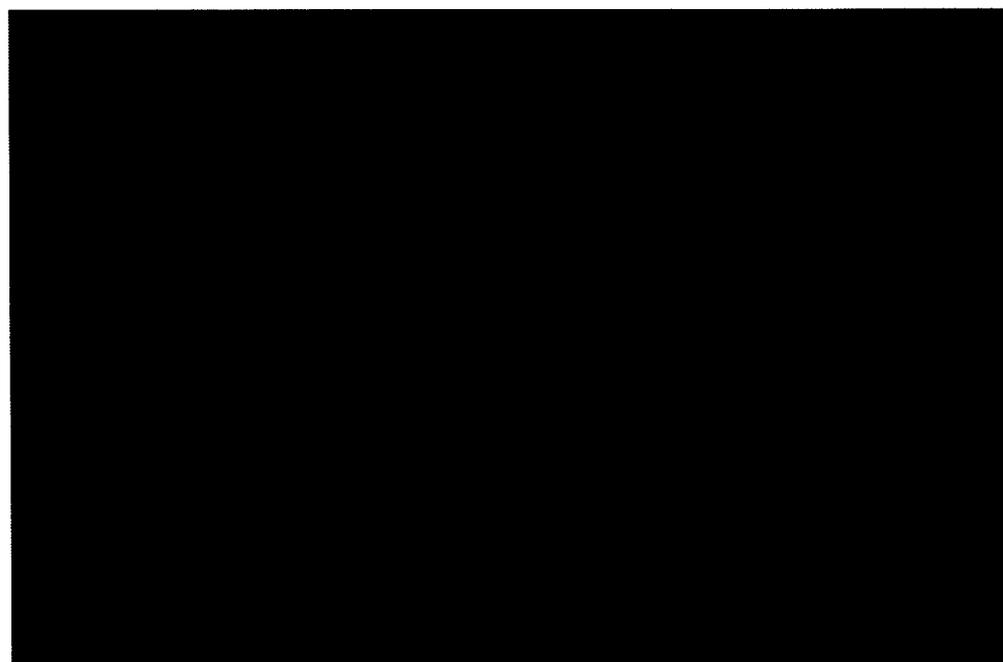


Figura: 35 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 12h

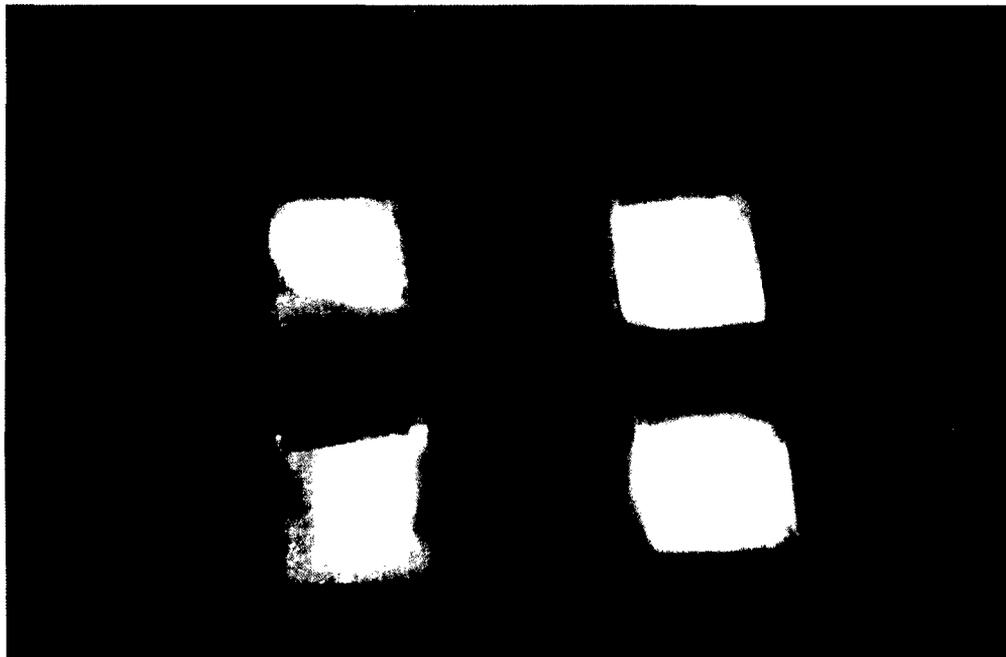


Figura: 36 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 16h

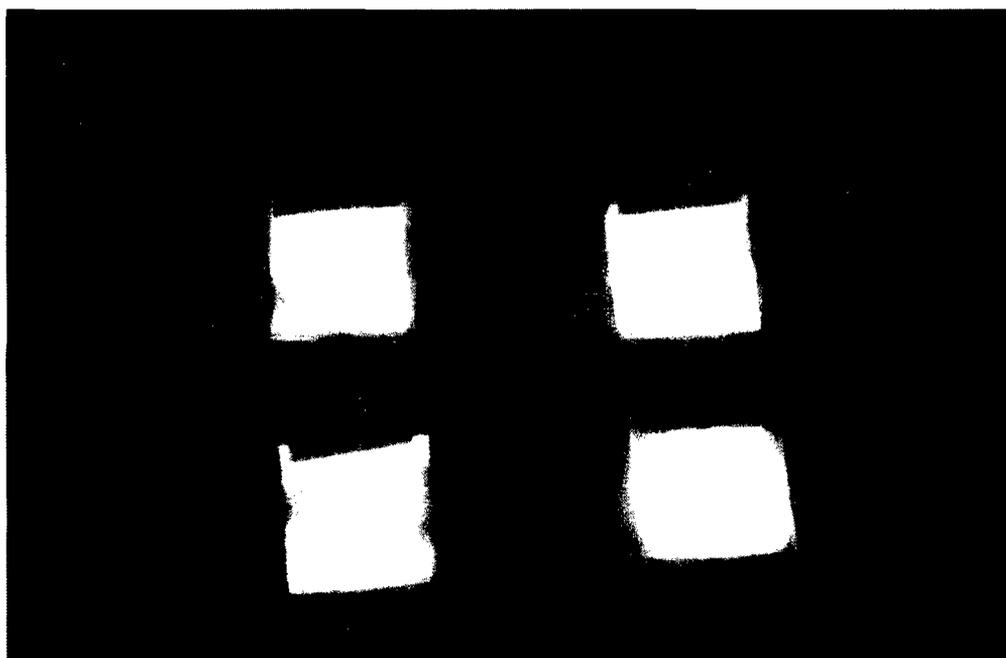


Figura: 37 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 16h



Figura: 38 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con jabón a 20h

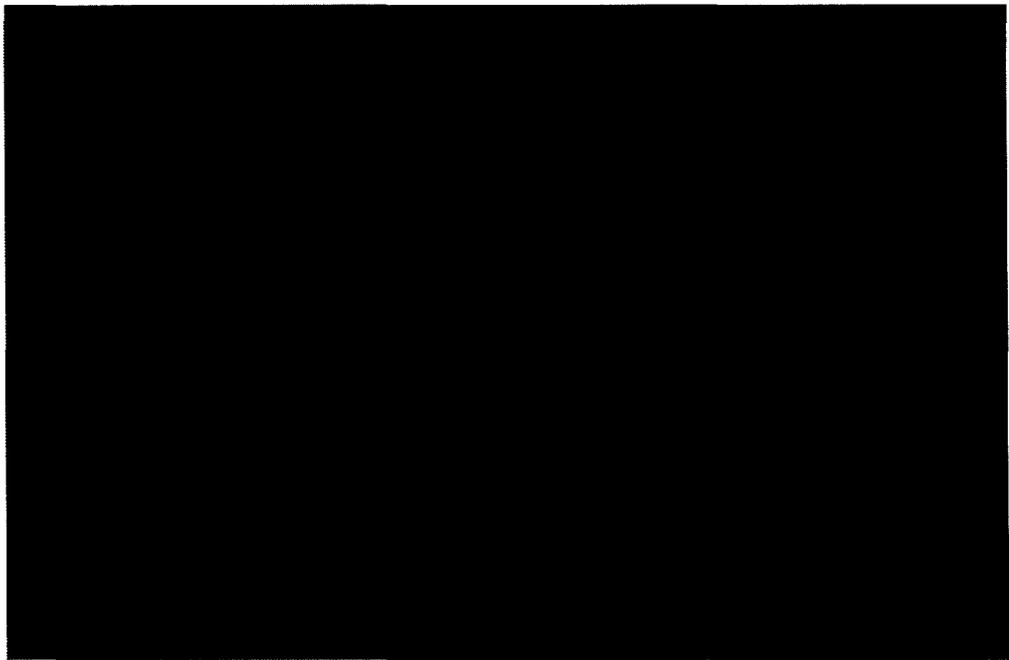


Figura: 39 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 0 horas

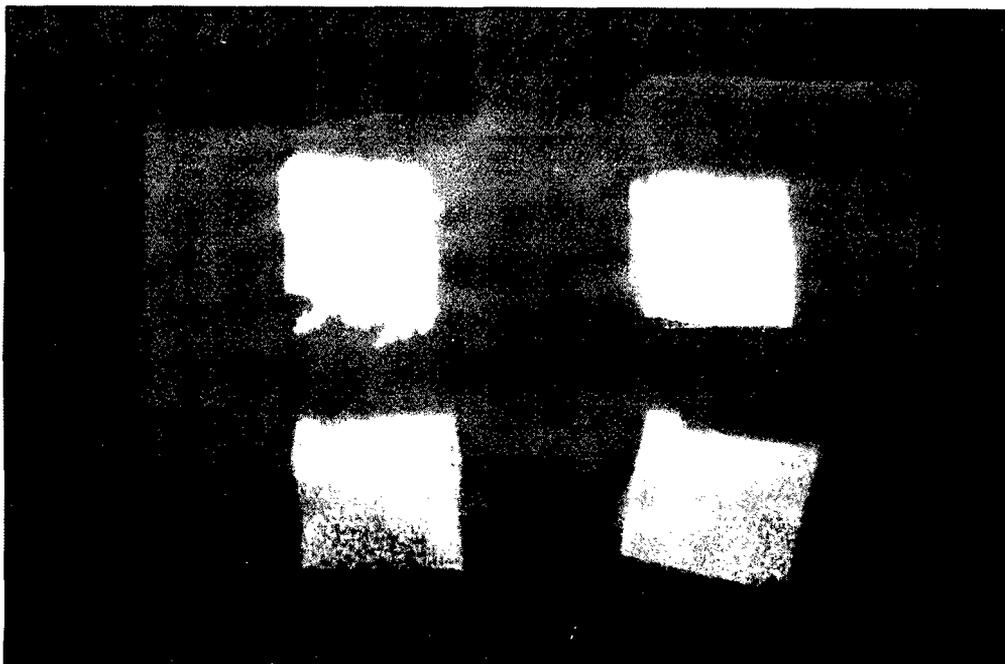


Figura: 40 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 4 horas

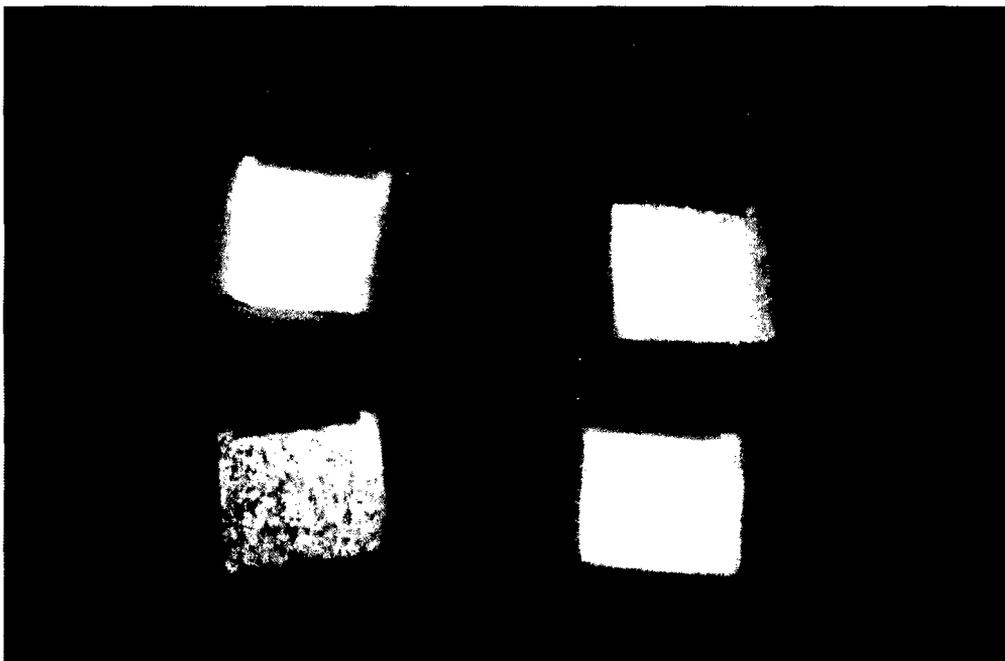


Figura: 41 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 8h

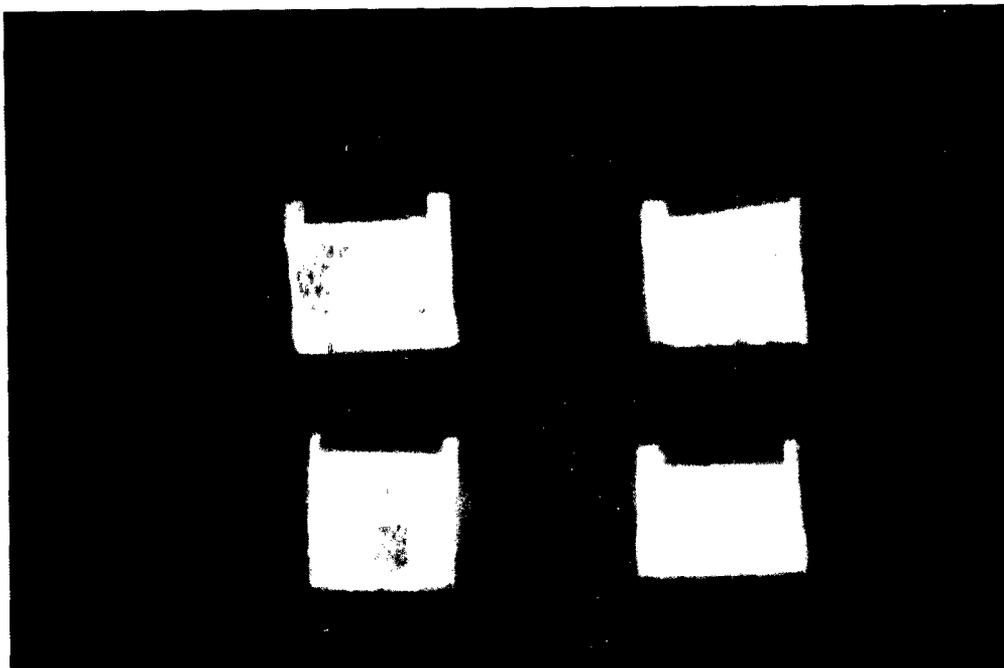


Figura: 42 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 12 horas

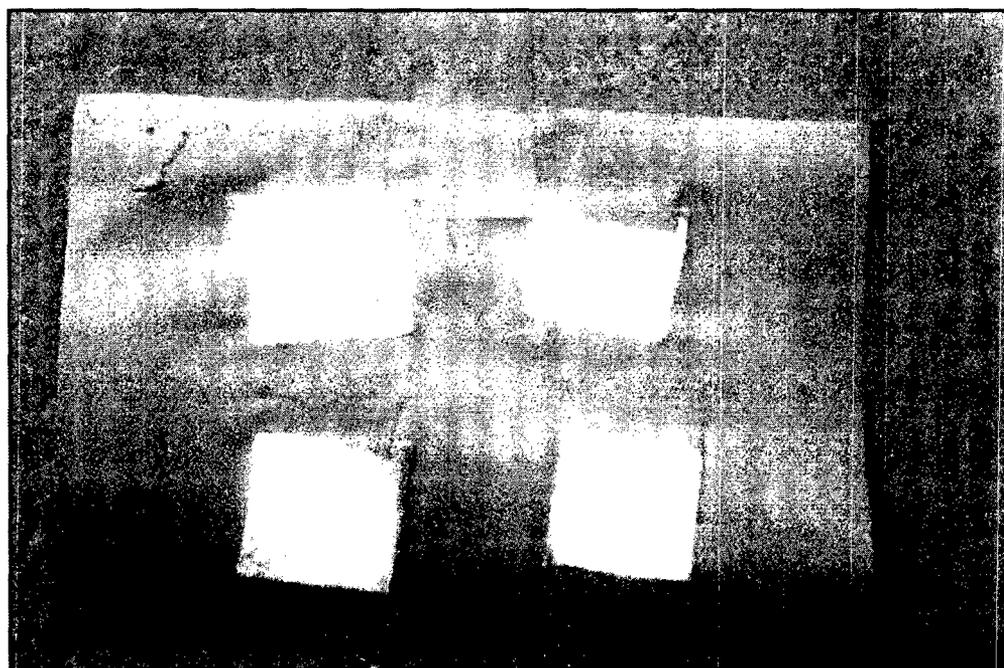


Figura: 43 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 16 horas

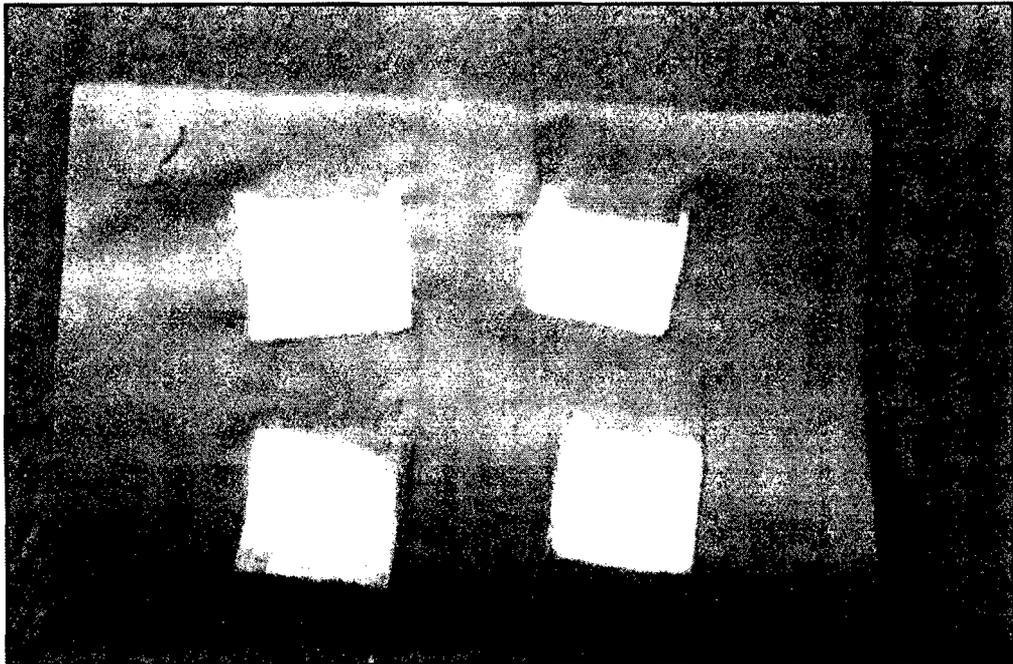


Figura: 44 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Detergente a 20 h

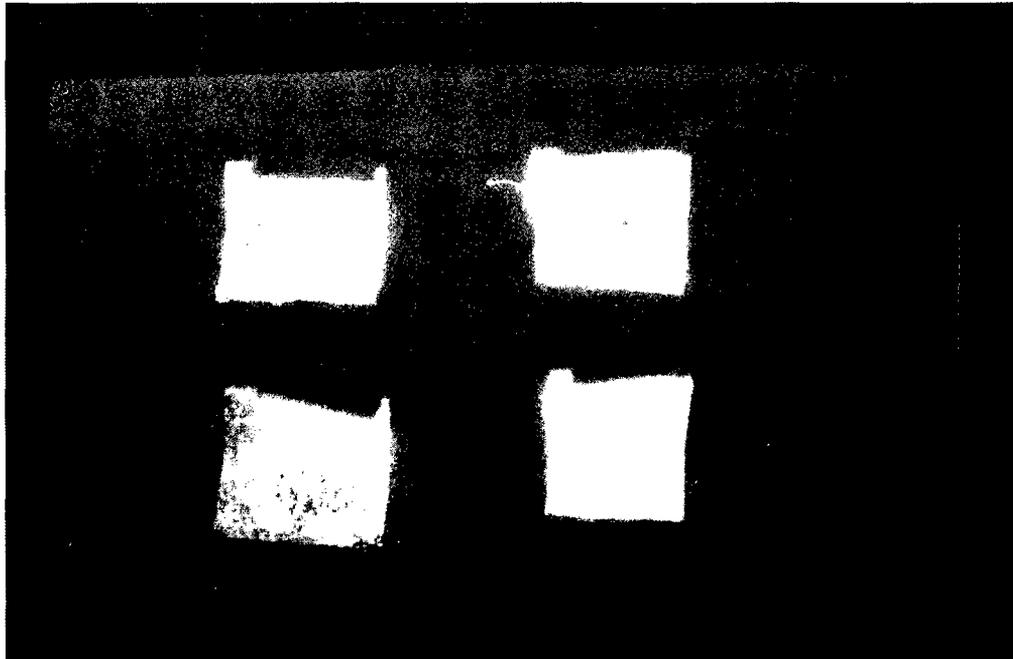


Figura: 45 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 0 h

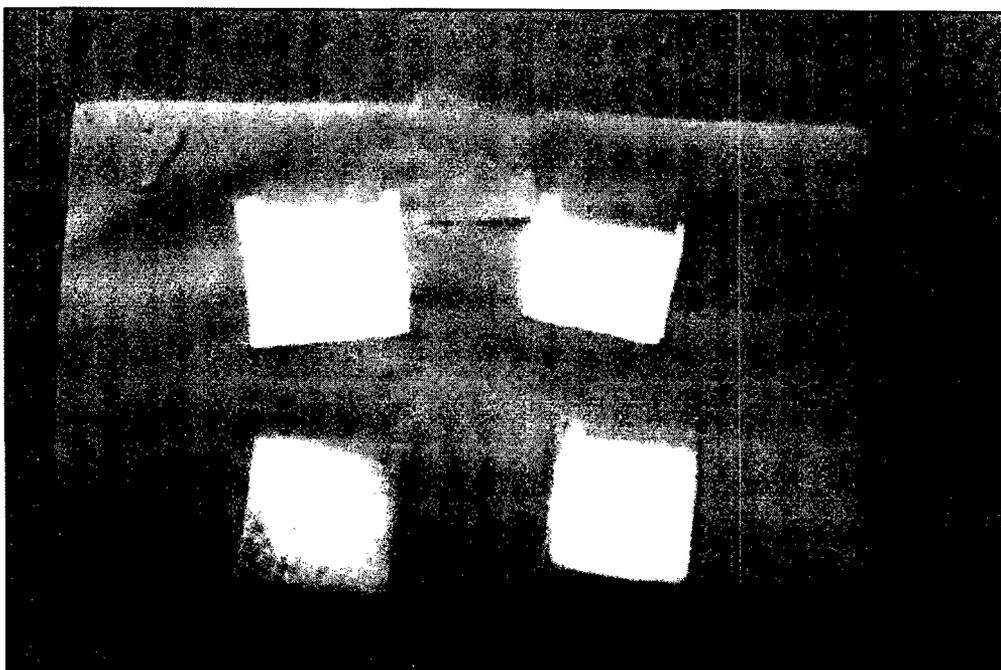


Figura: 46 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 4 h

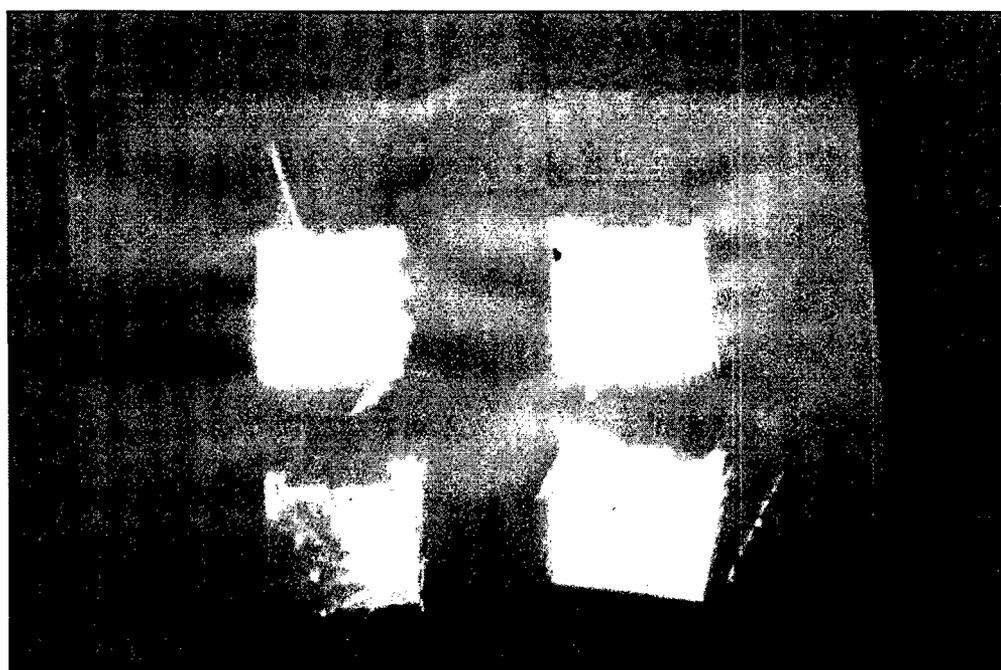


Figura: 47 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 8 h

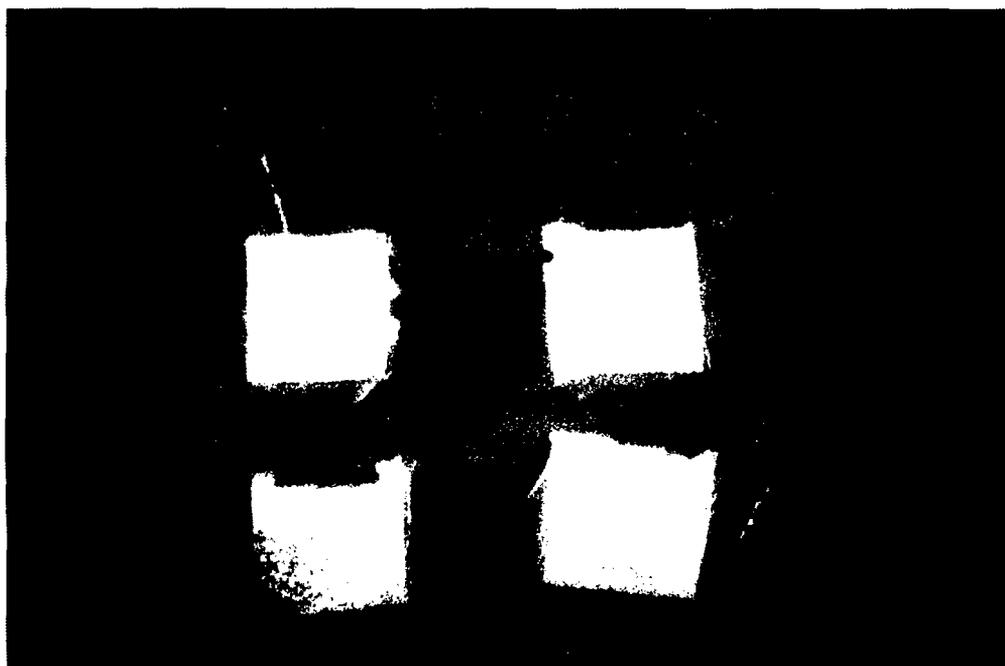


Figura: 48Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 12 h

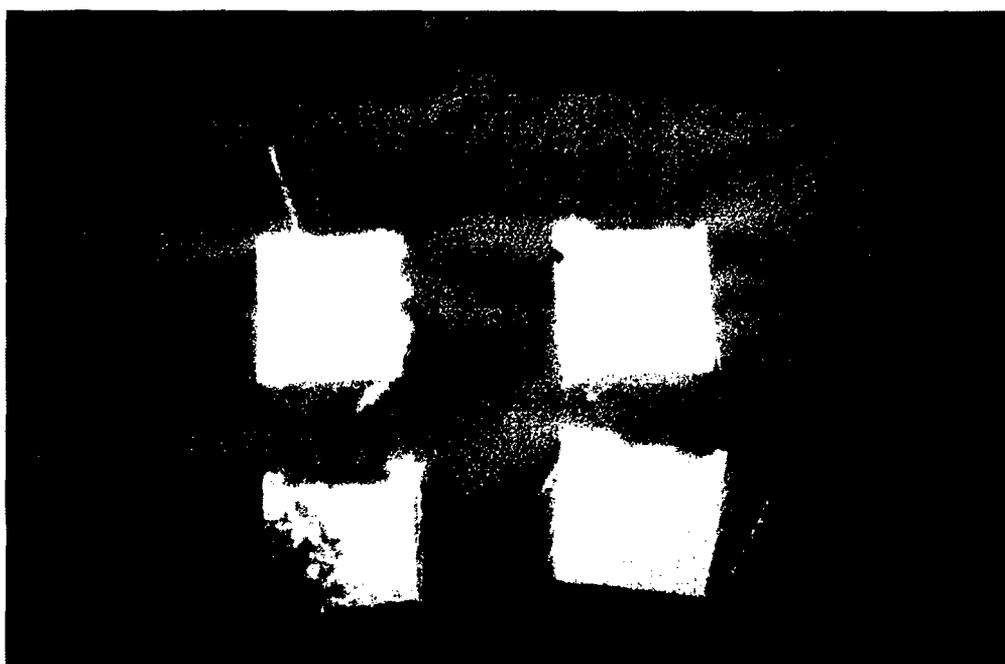


Figura: 49Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 16 h



Figura: 50 Reacción de quimioluminiscencia de las telas lavadas con Lejía a 20 h

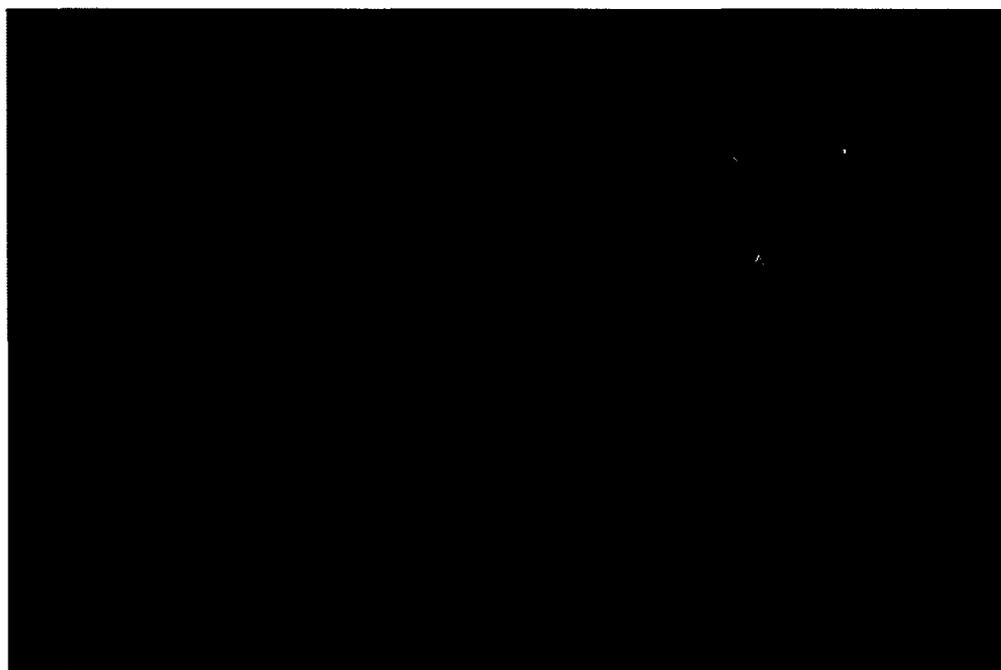


Figura: 51 Reacción de quimioluminiscencia de las telas patrón positivo (azul) y patrón negativo (celeste)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Titulo	Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Evaluación de Bluestar Forensic Free para detectar manchas sanguíneas de interés forense expuestas a productos de limpieza. Ayacucho 2013.</p>	<p>La calidad de la tela y el tiempo de exposición, dilución del producto de limpieza, alteran la reacción quimioluminisciente del reactivo de revelado (Bluestar Forensic Free) en manchas de sangre prendas lavadas.</p>	<p><b>_ Objetivo general</b>                  _ Evaluar la reacción de Bluestar Forensic Free al detectar manchas sanguíneas de interés forense.  <b>_ Objetivos específicos</b>                  _ Determinar si la dilución de lavado de los productos de limpieza afectan la reacción de quimioluminiscencia de (bluestar forensic free) sobre las telas con manchas de sangre.                  _ Comprobar si el tiempo de exposición en el lavado de los productos de limpieza afectan la reacción del reactivo de revelado (bluestar forensic free) sobre las telas con mancha sangre.                  _ Determinar la concentración de los productos de limpieza y el tiempo de exposición por calidad de tela, durante el proceso de lavado, que inhiben la reacción de quimioluminiscencia del bluestar sobre las telas con manchas de sangre (lavadas).</p>	<p><b>1.- ANTECEDENTE</b>  <b>2.- Redacción del Marco Teórico</b>  <b>Concepto de Biología Forense</b>  <b>2.2.2 Mancha:</b>  <b>2.2.3. Mancha de sangre humana</b>  <b>2.2.3 TELAS</b>  <b>2.2.4. PRODUCTOS DE LIMPIEZA</b>                  2.2.4.1. DETERGENTE                  2.2.4.2 JABON                  2.2.4.3. LEJÍA                  2.2.5. BLUESTAR FORENSIC FREE</p>	<p>Si las telas con manchas de sangre son sometidas a mayor tiempo de exposición y mayor dilución de los productos de limpieza, la intensidad de la reacción quimioluminiscente disminuye hasta la inhibición, siendo la tela de poli algodón la que presente una mayor intensidad de la reacción.</p>	<p><b>Variable independiente:</b>                  Telas con mancha de sangre, sometidos a tiempo de exposición y dilución de productos de limpieza  <b>Variable dependiente:</b>                  La intensidad de la reacción quimioluminiscente de Bluestar Forensic Free</p>	<p><b>Tipo de Estudio</b>                  Básico – experimental  <b>Muestra</b> : telas con manchas de sangre humana lavadas. Con productos de limpieza.  <b>Procesamiento:</b>                  1. preparar las telas con manchas de sangre.                  2.Lavar las telas con mancha de sangre                  3.Enjuagar los trozos de tela remojados                  4.Revelado y Fotografía:                  5. Análisis de varianza</p>

BIBLIOTECA E INFORMACION CULTURAL  
 U.N.S.C.H.