



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

**“ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN LA IDENTIFICACIÓN DE PERFILES
GENÉTICOS EN MUESTRAS DETECTADAS POR QUIMIOLUMINISCENCIA EN
EL LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR, DIRECCIÓN DE
CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ DURANTE EL
PERIODO 2016 - 2018”**

Línea de Investigación: Tipo Análisis

**Trabajo Académico para optar el Título de
Segunda Especialidad Profesional en Genética y Biología Molecular**

Autor:

Pinto Gamarra, Richard Manuel

Asesor:

Mg. Salas Asencios, Ramsés

Jurados:

Mg. Santa Cruz Carpio, Carlos Marco.

Mg. Mayanga Herrera, Ana Lucia

Mg. Nolasco Cárdenas, Oscar Patricio.

**LIMA – PERÚ
2021**

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo realizar el análisis de la frecuencia de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección Nacional de Criminalística entre los años 2016 al 2018. El tipo y diseño del estudio empleado fue el descriptivo, longitudinal y retrospectivo. Se obtuvieron muestras a partir de Inmuebles, Vehículos, Prendas y Personas y se analizó también el lugar de procedencia, número de casos, el reactivo utilizado para determinar la quimioluminiscencia y el tipo de soporte para el recojo de las evidencias.

De un total de 764 muestras, en el 70.0% (534), no se pudo determinar el perfil genético. Se analizaron un total de 87 casos, siendo el 66.66% (58 casos) de provincias y el 33.34% (29 casos) provenientes de Lima. En los inmuebles, el porcentaje más alto de identificación genética completa fue en el año 2018 con un 75.9%; en vehículos en el año 2017 con un 90.9%, en lo referente a prendas fue en el año 2017 con 66.7% y en personas en el 2018 con un 100%. El porcentaje más bajo de identificación genética completa se dio en prendas con un 9% (09 muestras).

Palabras clave: Perfil genético, Quimioluminiscencia, Luminol, Bluestar.

ABSTRACT

The objective of this study is to perform the analysis of the frequency of determined and not determined genetic profiles in samples detected by chemiluminescence in the Molecular Biology Laboratory of the National of Criminalistics between the years 2016 to 2018. The type and design of the research used is the descriptive, longitudinal and retrospective. Samples were obtained from properties, vehicles, garments and people, as well as the place of origin. The number of cases, the chemiluminescence reagent used and the type of support for the collection of evidence were analyzed.

From 764 samples, the genetic profile could not be determined in 534 (69.90%). A total of 87 cases were carried out, 58 came from the provinces and 29 (33.34%) from Lima. In the buildings, the highest percentage of complete genetic identification was in 2018 (75.9%), in vehicles in 2017 (90.9%), in garments was in 2017 (66.7%) and in people in 2018 (100%). The lowest percentage of complete genetic identification was in clothing 9% (09 samples).

Key words: Genetic profile, Chemiluminescence, Luminol, Bluestar.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	
I.1 Descripción del problema.....	11
I.2 Antecedentes	
I.2.1 Antecedentes históricos de la creación del luminol.....	13
I.2.2 ¿Qué es el perfil genético?.....	15
I.2.3 Análisis de STRs mediante PCR.....	17
I.2.4 Inhibidores de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)....	18
I.3 Objetivos	
I.3.a Objetivo general.....	19
I.3.b Objetivos específicos.....	19
I.4 Justificación e importancia.....	20
I.5 Impacto esperado del análisis.....	21
II. METODOLOGIA	
II.1 Tipo de investigación.....	22
II.2 Muestras y recolección de datos.....	22
II.3 Población en estudio.....	22
II.4 Variables en estudio.....	23
II.5 Datos para el análisis.....	23
II.6 Luminol.....	26

II.7 Bluestar.....	29
II.8 Aplicación en la Escena de Crimen.....	29
II.9Efectos del bluestar en las pruebas de ADN.....	32
II. 0Estudio del ADN en manchas de sangre mediante PCR.....	32
III. RESULTADOS	
III.1 Variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en Inmuebles.....	37
III.2 Variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en vehículos.....	40
III.3 Variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en prendas.....	44
III.4 Variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en personas.....	47
III.5 Variación de las frecuencias de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección Nacional de Criminalística de la Policía Nacional del Perú entre los años 2016 al 2018.....	51
IV. CONCLUSIONES.....	56
V. RECOMENDACIONES.....	58
VI. REFERENCIAS.....	59
VII. ANEXOS.....	62

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 01 Perfiles genéticos determinados y no determinados, en inmuebles, vehículos, prendas, personas; asimismo, número de casos y tipo de reactivo utilizado, año 2016.....	23
TABLA 02 Perfiles genéticos determinados y no determinados, en inmuebles, vehículos, prendas, personas; asimismo, número de casos y tipo de reactivo utilizado, año 2017	23
TABLA 03 Perfiles genéticos determinados y no determinados, en inmuebles, vehículos, prendas, personas; asimismo, número de casos y tipo de reactivo utilizado, año 2018.....	24
TABLA 04 Lugar de procedencia y tipo de soporte de las muestras analizadas entre los años 2016 al 2018.....	24
TABLA 05 Tipos de Loci que no reaccionaron al realizar el análisis de las muestras entre los años 2016 al 2018	25
TABLA 06 Perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia en inmuebles... ..	37
TABLA 07 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados con quimioluminiscencia en inmuebles... ..	38
TABLA 08 Perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia en vehículos.....	40
TABLA 09 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados con quimioluminiscencia en vehículos... ..	41
TABLA 10 Perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia en prendas... ..	44
TABLA 11 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados con quimioluminiscencia en prendas... ..	45
TABLA 12 Perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia en personas... ..	47
TABLA 13 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados con quimioluminiscencia en personas... ..	49

TABLA 14 Variaciones de frecuencias de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística entre los años 2016 al 2018	51
TABLA 15 Variaciones porcentuales de frecuencias de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística entre los años 2016 al 2018	53

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 01 Representación de la reacción de luminol	27
FIGURA 02 Traje de bioseguridad para la aplicación de reactivos por Quimioluminiscencia.....	30
FIGURA 03 Reactivo de bluestar para manchas de sangre.....	30
FIGURA 04 Quimioluminiscencia positiva con el reactivo de bluestar.....	31
FIGURA 05 Variación de perfiles genéticos determinados y no determinados en inmuebles del año 2016 al 2018.....	38
FIGURA 06 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en inmuebles del año 2016 al 2018	39
FIGURA 07 Variación de perfiles genéticos determinados y no determinados en vehículos del año 2016 al 2018.....	41
FIGURA 08 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en vehículos del año 2016 al 2018.....	42
FIGURA 09 Variación de perfiles genéticos determinados y no determinados en prendas del año 2016 al 2018.....	45
FIGURA 10 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en prendas del año 2016 al 2018.....	46
FIGURA 11 Variación de perfiles genéticos determinados y no determinados en personas del año 2016 al 2018.....	48
FIGURA 12 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en personas del año 2016 al 2018.....	49
FIGURA 13 Variación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras analizadas con quimioluminiscencia entre los años 2016 al 2018.....	52

FIGURA 14 Variación porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia entre los años 2016 al 2018	53
FIGURA 15 Diagrama porcentual de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras con quimioluminiscencia entre los años 2016 al 2018	54

I. INTRODUCCION

El incremento de la criminalidad en el país en donde los hechos de sangre ocupan las portadas de las páginas policiales y los noticieros televisivos, hacen que las personas clamen justicia ya que muchos de ellos quedan impunes debido a que los criminales limpian la escena y todo aquello que los incrimine tratando de evadir la justicia. El uso de los reactivos químicos de luminol y bluestar, permiten orientar la presencia de sangre en donde la percepción del ojo humano se hace imposible de detectar, haciendo que en la actualidad los operadores de justicia lo vengam solicitando con mayor frecuencia. La detección por quimioluminiscencia de restos de sangre hace que muchas veces nos permita obtener el perfil genético o huella genética, ya sea del autor o la víctima es decir identificar su procedencia.

El presente trabajo académico se llevó a cabo en el laboratorio de biología molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, haciendo una revisión de los resultados hallados concerniente a la determinación de los perfiles genéticos obtenidos en muestras detectadas por quimioluminiscencia durante el periodo 2016 al 2018; teniendo como objetivo contar con datos estadísticos de los perfiles genéticos determinados y no determinados, lo cual nos permita conocer sus resultados y el debido cumplimiento que la administración de justicia espera; además de corregir y permitir propuestas de solución para alcanzar la verdad jurídica.

I.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La búsqueda de la verdad científica es de importancia en la criminalística, ya que permite identificar tanto a la víctima como al victimario en un hecho criminal, además de tener una secuencia del suceso en el lugar de los hechos. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Perú, el incremento de la tasa de homicidios es preocupante, ya que en el 2017 el número de homicidios fue de 2,487 muertes de los cuales el 54,16% (1mil 347) de las muertes violentas corresponden a homicidios calificados (asesinatos). En estos hechos de sangre el homicida trata de borrar los rastros que lo incrimine, sobre todo de sangre tanto en su persona como en la escena misma, lo que imposibilita hallar las evidencias hematológicas durante la inspección biológica. Sin embargo con el uso de pruebas de búsqueda como el luminol o el bluestar, se logra detectar tales evidencias mediante la reacción de QUIMIOLUMINISCENCIA, que encuentra rastros del fierro componente de la sangre y que se detectan mediante un color azul intenso por unos minutos; esto permite al especialista fotografiar y recoger la evidencia para ser llevado al laboratorio forense donde es procesado para la determinación del perfil genético.

Esta prueba es muy requerida últimamente por los operadores de justicia cuando se sospecha la presencia de sangre, pero en la práctica existe mucha controversia sobre si los reactivos de quimioluminiscencia u otros factores afectan el ADN para la determinación del perfil genético. El presente estudio permite contribuir a resolver dicha controversia y por consiguiente al proceso identificatorio del o los participantes

del hecho delictivo y conducirnos hasta su principio fundamental cual es el esclarecimiento de la verdad.

El Perú cuenta con los reactivos para las pruebas científicas en la identificación de manchas de sangre que cumplen con los requisitos de ser sencillos, rápidos y sensibles que nos permita saber si la mancha es o no sangre llamadas pruebas de orientación, pero para revelar aquellas manchas de sangre que son imperceptibles al ojo humano dada su pequeña cantidad o lavada por el presunto autor del ilícito penal, se recurre al luminol o Bluestar; se conoce que dichas pruebas de búsqueda son muy solicitadas por el Ministerio Público y el Poder Judicial con el propósito de identificar al autor o autores de un delito y solucionar casos controversiales de hechos de sangre; pero ¿se está cumpliendo con este propósito?, por tanto, para responder esta pregunta debemos saber si se está cumpliendo o no con la determinación de las frecuencias en la identificación de los perfiles genéticos, en el caso de no cumplir el propósito, nos ayudará en estudios sucesivos a trabajar con el factor o factores que están interfiriendo en la cristalización de dicho propósito y brindar una propuesta efectiva de solución.

El presente trabajo nos permitirá determinar las frecuencias de casos por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional de Perú durante el periodo 2016 - 2018, ya que en nuestro medio no contamos con datos estadísticos sobre dichas frecuencias; por consiguiente la pregunta de investigación es:

¿Cuál es la frecuencia de identificación de los perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú durante el periodo 2016 - 2018?.

I.2 ANTECEDENTES

I.2.1 Antecedentes históricos de la creación del luminol

Se hace referencia que “En 1928, H.O. Albrecht publica la quimioluminiscencia del luminol en la revista alemana “*Zeitschrift fur Phisikalische Chemie*”, descubriendo las propiedades de este compuesto emisor de luz que al ser oxidado con peróxido de hidrogeno en medio alcalino y en presencia de un catalizador, emite luz individualmente como fotones; en 1934 H. Huntress propone el nombre de Luminol que significa “Productor de luz” (J.Cedron, 2011, pp.13-14).

Se señala que “en 1937, dada la escasa obtención de indicios y evidencias sanguíneas en las escenas de los crímenes en donde el criminal manipulaba eliminando este tipo de restos biológicos, Walter Specht realizó estudios extensivos sobre la aplicación del luminol en la detección de sangre sobre distintas superficies (pavimentos, ladrillos, paredes, etc.) encontrando gran efectividad en el uso del reactivo para detectar sangre en la mayoría de estas pruebas; e incluso en superficies en las que previamente se había limpiado hasta cinco veces. La iniciativa de Specht vino dada por la escasa obtención de indicios y evidencias sanguíneas

en escenas de crímenes en donde el criminal manipulaba eliminando este tipo de restos biológicos” (Llanos, 2010, pp.01).

Asimismo, se refiere que “En 1939, Frederick Proescher y A. M. Moody hicieron tres observaciones importantes sobre el luminol:

- *Aunque el resultado se basa en una presunción de que se trate de sangre, grandes superficies de material sospechoso puede examinarse rápidamente.*
- *La sangre seca y degradada reacciona de forma más intensa y duradera que la sangre fresca.*
- *Si la luminiscencia desaparece, puede volver a reproducirse añadiendo una nueva solución de Luminol – Peróxido de hidrogeno. Cada mancha de sangre seca puede hacerse brillar varias veces. Recuperado de (<https://es.scribd.com>).*

“En 1942, Mc Grath, recomendó el uso de la prueba de luminol para la detección de sangre, él notó que las manchas de sangre antiguas daban una reacción más fuerte y prolongada, debido a una mayor concentración de metahemoglobina hemática”. Recuperado de (www.criminalisticabasica.blogspot.com).

Se menciona que “el potencial de aplicación analítica no fue reconocido hasta 1929 cuando el Dr. Raphael Dubois pudo dilucidar por primera vez los mecanismos de este proceso químico como es la bioluminiscencia en las luciérnagas, en que interviene la luciferina acompañada de la enzima luciferasa, la molécula energética

ATP y el oxígeno; y posteriormente en los moluscos”. Recuperado de (www.elbibliote.com).

Es importante mencionar que “la prueba de luminol es extremadamente sensible en la detección de sangre; los investigadores Lytle y Hedgecock (1978), estudiaron los efectos del luminol en solución alcalina en la sangre, concluyendo que no afectaba la actividad enzimática de los eritrocitos, pero no reportaron los efectos del reactivo en la determinación del grupo ABO en las manchas, ni el análisis de marcadores genéticos (ADN)”. (Llanos, 2010, pp.01).

Se menciona que “en el (2014) de acuerdo a los resultados obtenidos con el luminol, se determina que las condiciones de tiempo y ambiente sobre los soportes con manchas de sangre no afectan a la prueba; en cambio varias lavadas con detergentes químicos pueden afectar la dilución de sangre; la sensibilidad del luminol alcanza hasta una dilución de 1:100,000 (QUISPE, 2014, pp.01).

I.2.2 ¿Qué es el perfil genético?

Una actividad de creciente importancia en la genética forense son las bases de datos con fines de identificación criminal, esto permite emplearlo como una especie de identificador personal o DNI genético; en el ámbito forense permite identificar personas a nivel policial y judicial, siendo esta la base del trabajo forense con ADN, ya que es posible contrastar las muestras extraídas de un sospechoso y las encontradas en la escena del delito. No solo servirá para identificar criminales, sino

también reconocer víctimas de siniestros (accidentes aéreos, incendios) o ciertos reconocimientos de paternidad; en consecuencia, el perfil genético o huella genética es la información contenida en las secuencias de ADN de cada persona, a excepción de los gemelos monocigóticos en donde es igual para cada individuo. Recuperado de (www.labgenetics.es).

Se menciona que "...para que un locus génico sea polimórfico el alelo (es decir, la variante) más común para ese locus debe tener una frecuencia menor del 99%. Los minisatelites de ADN son repeticiones en tandem de nucleótidos con un número de repeticiones muy variables entre individuos, esto es altamente polimórficas. Los **microsatelites o STR (D8S1179, CSF1PO, TPOX, vWA, FGA, D5S818, entre otros)** son menos polimórficos que los minisatelites, pero se utilizan porque:

- a. *Son susceptibles de amplificación por PCR (reacción en cadena de la polimerasa en sus siglas en inglés).*
- b. *Permiten una automatización del procedimiento.*
- c. *Pueden analizarse simultáneamente más de veinte de ellos (seleccionados y validados por los laboratorios forenses).*
- d. *Poseen un enorme poder de discriminación, **ya que la longitud de cada secuencia que se repite, el número y ubicación de estas repeticiones dentro de cada molécula de ADN son absolutamente individuales**; por todo ello se ha conseguido un alto grado de estandarización técnica a nivel mundial lo que ha permitido un extenso intercambio de datos, control de calidad muy rigurosos y una alta seguridad en los análisis". (Carracedo, 2018, pp.01).*

I.2.3 Análisis de STRs mediante la PCR

Se describe que “La introducción de la técnica de reacción en cadena de la Polimerasa (PCR) incrementa enormemente la sensibilidad de la prueba, permitiendo obtener perfiles de DNA a partir de mínimas muestras biológicas inclusive de DNA degradado. En 1991, Edwards et al, describieron los primeros STRs (Short tandem Repeat) con utilidad forense, estos son regiones variables del genoma que presentan secuencias de entre 2 - 9 pares de bases (bp) que se repiten en tándem. Desde entonces la técnica de análisis de STRs mediante la PCR para la identificación genética se realiza en todo el planeta por su poder de discriminación, sensibilidad y efectividad, incluso en muestras mixtas. En la actualidad, junto con los STRs, se han creado sistemas automatizados de análisis, basados principalmente en la electroforesis capilar utilizada para la detección de primers marcados con fluorocromos. Esta automatización ha permitido la creación de Kits comerciales Multiplex los cuales en un solo tubo se introducen los primers para varios STRs” (Melean, 2017, pp.01).

En el año 2,000 una prueba conocida como SGM Plus incluía 10 STRs incluyendo el **gen de la amelogenina**, en donde la probabilidad de coincidencia es menos de 1 en 1013 millones de personas, número que supera a la entera población mundial. La amelogenina como tal es una proteína sintetizada por los ameloblastos durante la formación del esmalte de los dientes y los genes que codifican esta proteína están en los cromosomas sexuales, quien en el caso del cromosoma “X” es llamado

“AMELX” y en el caso del cromosoma “Y” es “AMELY”. Ambos genes tiene la misma función pero si se realiza una amplificación con PCR se producen fragmentos de diferente longitud. Así, observando el desplazamiento en una electroforesis se puede identificar el sexo biológico de las muestras, ya que las mujeres tendrán una sola banda (106 pares de bases de longitud) y los hombres tendrán dos (106 y 112 pares de bases) Recuperado de (<https://adnarchives.revistagenticamedica.com>).

1.2.4 Inhibidores de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

Se menciona que “los inhibidores del PCR son contaminantes orgánicos e inorgánicos incluidos en la muestra de ADN que interfieren atenuando o inhibiendo simplemente la reacción de amplificación por PCR, se han reportado una amplia variedad y son particularmente abundantes en muestras complejas como fluidos animales, alimentos, suelos orgánicos y muestras con altas contaminaciones bacterianas. Los inhibidores pueden actuar directamente inhibiendo la acción de la TAQ Polimerasa”. Recuperado de (www.tesisenred.net).

I.3 OBJETIVOS

a. Objetivo General:

- Determinar las frecuencias en la identificación de los perfiles genéticos en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú durante el periodo 2016 - 2018.

b. Objetivos específicos:

- Establecer la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en inmuebles durante el periodo 2016 - 2018.

- Establecer la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en vehículos durante el periodo 2016 - 2018.

- Establecer la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en prendas durante el periodo 2016 - 2018.

- Establecer la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en personas durante el periodo 2016 - 2018.

I.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

En la actualidad al irse incrementando el número de casos delictivos y sobre todo los referidos a los hechos de sangre, en donde muchos de ellos quedan sin esclarecer debido a que el autor o autores del hecho delictivo tratan de borrar todo rastro que los incrimine. También las autoridades encargadas de impartir justicia han aumentado el requerimiento a la unidad policial especializada para la búsqueda de dicha evidencia, nos referimos a las pruebas de búsqueda de sangre por quimioluminiscencia y a su vez apoyados por la identificación mediante biología molecular (ADN) para determinar su plena identificación.

Ante esta problemática carecemos de los datos necesarios para saber si estos estudios están cumpliendo con las expectativas requeridas por la administración de justicia, es decir si es que mediante la detección de sangre por quimioluminiscencia se esta determinando los perfiles genéticos de identificación en las muestras recogidas en la escena del crimen que pueden ser inmuebles o vehículos, así como las muestras enviadas por las unidades de investigación policial recogidas de personas o prendas.

Es por ello, que este trabajo nos ayudará a conocer la efectividad del estudio en la determinación de perfiles genéticos en las muestras detectadas por quimioluminiscencia.

I.5. IMPACTO ESPERADO DEL ANALISIS

Como sabemos, el uso de los reactivos por quimioluminiscencia en la búsqueda de restos de sangre es una herramienta bastante útil para los investigadores y es aplicado en lugares, personas o prendas en donde se tiene la sospecha de su existencia. En consecuencia al obtener los datos concretos de los resultados emitidos por la unidad especializada, conoceremos si estos son positivos es decir, que mediante la detección por quimioluminiscencia se llega posteriormente a determinar un perfil genético que concluya en una identificación; en el caso de ser positivos nos ayudará a poder solicitar en mayor cantidad el apoyo logístico para la adquisición de estos reactivos e incentivar aun más su uso para conocimiento de los operadores de justicia, y de no ser así, encontrar aquellos factores que estén interfiriendo con los objetivos que debe cumplir este tipo de análisis; y así contribuir para una buena administración de justicia.

II. METODOLOGIA

II.1 Tipo de investigación.-

El tipo de investigación es **descriptivo, retrospectivo y longitudinal**, ya que es aquel tipo de estudio que persigue hallar los resultados de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos detectados mediante quimoluminiscencia, a su vez es retrospectivo por que su dimensión es temporal no es manipulable por el investigador y longitudinal porque se dá a través de un periodo determinado de tiempo.

II.2 Muestra y su recolección de datos.-

La muestra y su recolección de datos se obtuvieron mediante la revisión de los archivos de los documentos periciales emitidos durante los años 2016 al 2018 en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú.

II.3 Población de estudio.-

Para la realización del presente análisis, se trabajó con toda la población de datos obtenidos de los archivos.

II.4 Variables de estudio.-

Las variables en estudio son de tipo cualitativo nominal:

- Inmuebles, vehículos, prendas y personas.
- Tipo de soporte utilizado (gasa - hisopo)
- Tipo de reactivo utilizado (luminol - bluestar)

II.5 Datos para el análisis.-

Para la recolección de datos se formuló las siguientes tablas:

Tabla 1. Número de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia reveladas en inmuebles, vehículos, prendas y personas; así como el número de casos y tipo de reactivo utilizado, realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú en el año 2016.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Número de muestras analizadas	Reactivo usado por caso		Perfil Genético de las muestras		
			Luminol	Bluestar	Determinado		No Determinado
					Parcial	Total	
Inmueble	12	129	06	06	23	04	102
Vehículos	09	66	04	05	11	03	52
Prendas	06	65	01	05	10	03	52
Personas	02	13		02	06	00	07
SUB TOTAL			11	18	50	10	
TOTAL	29	273	29		60		213

Fuente:Elaboración propia

Tabla 2. Número de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia reveladas en inmuebles, vehículos, prendas y personas; así como el número de casos y tipo de reactivo utilizado, realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú en el año 2017.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Número de muestras analizadas	Reactivo usado por caso		Perfil Genético de las muestras		
			Luminol	Bluestar	Positivo		Negativo
					Parcial	Total	
Inmueble	22	151	16	06	25	03	123
Vehículos	16	130	10	06	27	40	63
Prendas	05	61	03	02	05	06	50
Personas	01	10	01		10	00	00
SUB TOTAL			30	14	67	49	
TOTAL	44	352	44		116		236

Fuente:Elaboración propia

Tabla 3. Número de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia reveladas en inmuebles, vehículos, prendas y personas; así como el número de casos y tipo de reactivo utilizado, realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú en el año 2018

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Número de muestras analizadas	Reactivo usado por caso		Perfil Genético de las muestras		
			Luminol	Bluestar	Positivo		Negativo
					Parcial	Total	
Inmueble	04	77	04	00	01	22	54
Vehículos	04	22	03	01	01	01	20
Prendas	04	17	00	04	06	00	11
Personas	02	23	00	02	00	23	00
SUB TOTAL			07	07	08	46	
TOTAL	14	139	14		54		85

Fuente:Elaboración propia

Tabla 4. Datos generales del lugar de procedencia y tipo de soporte de las muestras analizadas para determinación del perfil genético en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú reveladas por quimioluminiscencia del año 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	PROCEDENCIA		TIPOS DE SOPORTES		
	Lima	Provincia	HISOPO	GASA	TELA
Inmueble	11	27	265	92	00
Vehículos	08	21	123	95	00
Prendas	06	09	68	07	68
Personas	04	01	46	00	00
SUB TOTAL	29	58	502	194	68
TOTAL	87		764		

Fuente:Elaboración propia

Tabla 5. Datos generales del lugar donde fueron reveladas las muestras y tipo de Loci que no reaccionaron al análisis de Biología Molecular para determinación del perfil genético en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú reveladas por quimioluminiscencia del año 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	TIPOS DE LOCI QUE NO REACCIONARON AL ANALISIS DE BIOLOGIA MOLECULAR (NR)											
	Penta D	Penta E	FGA	D16S539	CSF1PO	D8S1179	D18S51	D7S820	D13S317	D21S11	D2S1338	TH01
Inmueble	7	7	4	1	4	2	5		1			1
Vehículos	8	10	3	1	9		9	1		2	1	1
Prendas	4	6	4	1	3		3	1	1	1	2	
Personas	1	1	1				1		1			
TOTAL	20	24	12	3	16	2	18	2	3	3	3	2

Fuente: Elaboración propia

II.6 LUMINOL

Se hace referencia que “El luminol ($C_8H_7O_2N_3$) es un derivado del ácido ftálico, sólido a temperatura ambiente, son cristales amarillos poco solubles en agua y alcohol, solubles en éter; punto de fusión 320 grados centígrados, estable a temperatura ambiente, sensible a la luz, incompatible con agentes oxidantes fuertes, bases fuertes, agentes reductores fuertes, **emite luz al reaccionar con oxidantes**. Puede producir irritación de mucosas, ojos, piel, tracto respiratorio y gastrointestinal (con náusea, vómito y diarrea)”. Recuperado de (<https://feriadeciencias.unam.mx>).

Asimismo, “...el luminol se emplea para detectar restos de sangre porque al oxidarse en presencia de un catalizador y en un medio alcalino, produce quimioluminiscencia. Este tipo de luminiscencia es producida durante una reacción química, sin aumento notable de temperatura por lo que también es llamada “luz fría”. Este efecto es consecuencia del cambio de orbital que hace un electrón que se encuentra en un orbital eléctrico de alta energía hasta un orbital de menor energía, liberando un fotón. Ejemplo de quimioluminiscencia son la oxidación del fósforo, la luz producida por organismos como luciérnagas o peces abisales y las pulseras luminosas de uso comercial”. Recuperado de (<https://feriadeciencias.unam.mx>).

Se menciona que “En la escena del crimen la quimioluminiscencia se puede apreciar de un color azul intenso, aunque el lugar haya sido lavado, o se haya tratado de

remover la sangre de alguna manera, incluso manchas de sangre con varios años de antigüedad. La técnica se basa en aplicar el luminol en diferentes superficies como tela, madera, vidrio, cemento o cartón; pero es más difícil obtener resultados positivos en superficies impermeables como el vidrio o plásticos que en superficies absorbentes como telas o madera, ya que estas últimas permite que los restos de sangre se conserven en condiciones apropiadas para la prueba. El luminol es aplicado en completa oscuridad para apreciar la luminiscencia producida, y no interfiere en análisis de DNA posteriores. El área donde se realizó la prueba debe airearse después de haber concluido los experimentos “Recuperado de (<https://feriadeciencias.unam.mx>)”.

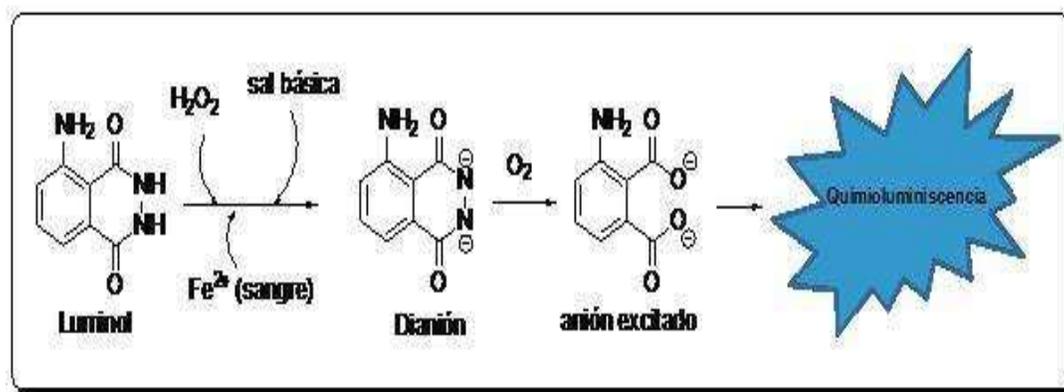


Figura 1. Representación de la reacción de luminol. Recuperado de www.google.com

Se describe que “el luminol se oxida con el perborato de sodio en un medio alcalino (PH10.4-10.8) inducido por el bicarbonato de sodio y en presencia de un catalizador, en este caso el Fe de la sangre. El perborato de sodio libera dos moléculas de

nitrógeno, llevando al luminol a un estado de excitación emitiendo un fotón que se aprecia como brillo azulado.

El fierro de la sangre no es el único catalizador ya que la reacción quimioluminiscente es posible con cualquier metal de transición; también la peroxidasa, los hipocloritos, algunos barnices e incluso el rábano puede provocar luminiscencia parecida a la sangre. Recuperado de (<https://feriadeciencias.unam.mx>).

El luminol en su presentación industrial no es un líquido, es un polvo. Una vez preparada la solución de luminol, debe ser utilizada inmediatamente, tiende a liberar un gas (nada tóxico por fortuna) pero si se deja en una botella cerrada se desbordará; siendo su proceso de oxidación muy rápido. Existen Kits disponibles de luminol listos para usar, no hay que hacer mezclas ni tomar medidas, simplemente disolver en agua y aplicar. Su inconveniente radica, por ser a base de agua tiende a diluir aún más las manchas de sangre ya diluidas. Otro problema es que el agua distorsiona los patrones dejados por la sangre y destruye las paredes de las células sanguíneas, lo cual podría poner en peligro el material genético que ellas contienen. Se puede decir que “en cuanto al revelado de sangre, se sabe que el luminol ha localizado sangre diluida en una proporción de 1:12,000; cuando se rocía luminol en una habitación totalmente oscura, brilla al contacto con cualquier resto de sangre” (Plat, 2003, pp.84).

II.7 BLUESTAR

Es uno de los reactivos de mayor aceptación por parte de los peritos forenses. “Este novísimo reactivo tiene la particularidad de revelar manchas de sangre que han sido lavadas, limpiadas que son invisibles a simple vista; ya que su sensibilidad evidenciara sangre en menor cantidad que el mínimo requerido para realizar DNA”. Recuperado de (<https://bluestar-forensic.com>).

“La formulación del Bluestar está basada en la quimioluminiscencia, utiliza los principios del luminol. Un sector del ámbito forense tiene en muy alta consideración este reactivo, llegando a calificarlo como el revelador más efectivo de sangre humana disponible tanto en el mercado como en criminalística”. Recuperado de (<https://bluestar-forensic.com>).

Se menciona que “ la composición del Bluestar no altera la identificación del ADN de la sangre revelada en la escena del crimen, esto facilita enormemente los análisis del genotipo humano” Recuperado de (<https://es.scribd.com>). .

II.8 APLICACIÓN EN LA ESCENA DEL CRIMEN

Según (Daza y cols, 2016, pp.8-10) para la aplicación del reactivo se deben tener presente las siguientes consideraciones:

- a. *Es necesario oscurecer el área para el tratamiento con Bluestar.*
- b. *El técnico tiene que utilizar una vestimenta especial que evite la contaminación.*



Figura 2. Traje de bioseguridad para la aplicación de reactivos por Quimioluminiscencia. Recuperado de www.google.com

c. Se realiza la preparación del Bluestar.



Figura 3. Reactivo de Bluestar para manchas de sangre. Recuperado de www.google.com

d. La mezcla de trabajo se prepara añadiendo simplemente TRES tabletas de catalizador en la botella de solución líquida suministrada en el estuche.

e. Unos minutos más tarde se debe comprobar la efectividad del producto preparado, mediante una muestra de sangre como control positivo.

f. A partir de este instante puede utilizarse el *Bluestar* para detectar superficies, incluso después de haber sido lavadas con posterioridad a la exposición de sangre. El efecto de la luminiscencia es inmediato, sin embargo este desaparece en promedio al minuto y es necesaria una nueva rociada del producto.

g. Posteriormente en el caso de ser positivo, se recoge parte de la muestra quimioluminiscente con **hisopos o gasa** para ser llevados al laboratorio de *Biología Molecular (ADN)* para la determinación del perfil genético y posterior homologación.



Figura 4. Quimioluminiscencia positiva con reactivo de *Bluestar*. Recuperado de

www.google.com

II.9 EFECTOS DEL BLUESTAR EN LAS PRUEBAS DE ADN

“Los estudios han demostrado que el uso del Bluestar no interfiere en las pruebas de tipificación de ADN. Además ha demostrado que es más sensible que otras pruebas de campo para sangre, la visualización de las manchas no dependen del tamaño de las manchas de sangre tan sólo de la presencia de sangre” Recuperado de (<https://bluestar-forensic.com>).

Se hace referencia que “...al analizar muestras de sangre en diferentes soportes y a diferentes diluciones con el fin de determinar la mínima cantidad de muestra detectable en las pruebas presuntivas de confirmación y análisis de ADN, siendo tratadas y no tratadas con Bluestar forensics, se comportaron de igual forma, lo que demuestra que no se afectan; se recuperó ADN para las manchas de sangre que habían sido reveladas con el agente quimioluminiscente, lo que indica que no degrada el ADN”. (Giraldo y cols. 2013, pp.09).

II.10 ESTUDIO DEL ADN DE MANCHAS DE SANGRE MEDIANTE PCR

Se hace mención que “El uso de perfiles de ADN para la identificación de sospechosos fue implementado a comienzos de la década de los 80, en aquel momento el análisis se basaba en la digestión con enzimas de restricción del ADN contenido en las muestras. Las enzimas de restricción reconocen y cortan secuencias específicas de ADN y genera fragmentos. Si existiera una variación de simplemente una base en la zona de reconocimiento de la enzima, la digestión no ocurre. (Castello, 2012, pp.02).

“Con frecuencia las ropas con manchas de sangre son lavadas para eliminar los vestigios. Afortunadamente el análisis del ADN mediante PCR ha dotado a la criminalística de estudiar indicios mínimos, que con otros métodos sería imposible de analizar. Este tipo de muestra plantea una mayor dificultad en la detección de la mancha para ello el uso del luminol ayuda a identificar dichas manchas invisibles intentando extraer y amplificar el ADN, lo cual no produce interferencia con el reactivo en dicho análisis”. (Castello, 2012, pp.02).

“Con los avances de la tecnología, se ha comprobado que la aplicación del luminol sobre manchas de sangre (visibles) no impide el análisis de ADN por PCR; por tanto se puede pensar que tanto el luminol como el Bluestar sean los reactivos adecuados para la detección de indicios de sangre invisibles al ojo humano. Sobre los indicios localizados se debe estudiar si es posible la extracción y el análisis del ADN mediante PCR”. Recuperado de (<https://bluestar-forensic.com>).

En el Laboratorio de Biología Molecular de la Policía Nacional del Perú, la muestra con quimioluminiscencia positiva es sometida a los siguientes pasos:

- a. **EXTRACCION.**- Mediante la técnica de extracción orgánica.
- b. **CUANTIFICACION.**- Mediante espectrofotometría.
- c. **AMPLIFICACION.**- Técnica de PCR con **Kit POWER PLEX 16, HS SYSTEM IDENTIFILER PLUS**, o **Kit Amp FISTR IDENTIFILER**; Termociclador AB VERITI...
- d. **ELECTROFORESIS .**- Utilizando el analizador genético Automatizado ABI PRISM™ 310, mediante electroforesis capilar.

e. **TIPIFICACION Y ANALISIS.**- Utilizando el analizador genético automatizado ABI PRISM™ 310, con el software Gene Mapper id V32.1. Está basado en probabilidad de coincidencia de 99.9999999999999% y una frecuencia genotípica que alcanza de 1 en cada 12,843 Billones 749,507 Millones 981,700 de individuos, basado en la Frecuencia Poblacional Peruana (publicado en el Journal Forensic e International Forensic Science). Marcadores CODIS establecidos por el FBI y aprobados por la comunidad internacional, desde 1993, los cuales son usados en el Laboratorio de Criminalística de la Policía Nacional del Perú; son los siguientes:

D21S11	STR de TCTA/TCTG; crom.21
FGA	Human alpha fibrinogen locus; STR de CTTT;4
D13S317	STR de GATA; crom..13
D18S51	STR de AGAA; crom.18
Vwa	Huaman vonWilebrand factor gene; AGAT; 12
D3S1358	STR de TCTA; crom.3
D5S818	STR de AGAT; crom.5
D8S1179	STR de TCTA/TCTG; crom.8
CSF1PO	C-fms proto-oncogeneCSF-1; AGAT;crom.5
D7S820	STR de GATA; crom.7
TPOX	Human Tyroid peroxidase gene; AATG; crom. 2
TH01	Human Tyrosine hydroxil gene; AATG;crom.11
D16S539	STR de AGAT; crom.16

(Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, (2006) “Marcadores genéticos”. Primera Edición – Lima – Perú. Pag.194).

III. RESULTADOS

- ❖ Los resultados obtenidos nos ayudarán para poder orientar a los operadores de justicia en cuanto a su requerimiento del uso de los reactivos de búsqueda por quimioluminiscencia, y más aún a los peritos encargados en la detección y recojo de las evidencias para ir mejorando y cumplir con el objetivo final, el cual es una plena identificación mediante la genética molecular y contribuir para una mejor administración de justicia.

- ❖ Al realizar la revisión de casos realizados con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú; durante el periodo 2016 - 2018, llegando a los siguientes resultados:

III.1:

Se establece la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en **inmuebles** entre los años 2016 al 2018 (Tabla 6).

Tabla 6. Número de Perfiles genéticos determinados y no determinados con Quimioluminiscencia positiva en Inmuebles, realizados en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú del 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras por	Número	Números de	Reactivo		Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
			muestras analizadas	Luminol	Bluestar	Parcial	
QUIMIOLUMINISCENCIA entre los años 2016 - 2018	de casos						
Inmueble año 2016	12	129	6	6	23	4	102
Inmueble año 2017	22	151	16	6	25	3	123
Inmueble año 2018	4	77	4	0	1	22	54
Total	38	357	26	12	49	29	279

La tabla 6 muestran el número de muestras analizadas en los inmuebles con un total de 357. En el perfil genético determinado parcial y total se observan 78 muestras analizadas y en el perfil genético no determinado se observan 279 muestras analizadas, del total de muestras obtenidas de inmuebles durante los años 2016, 2017 y 2018.

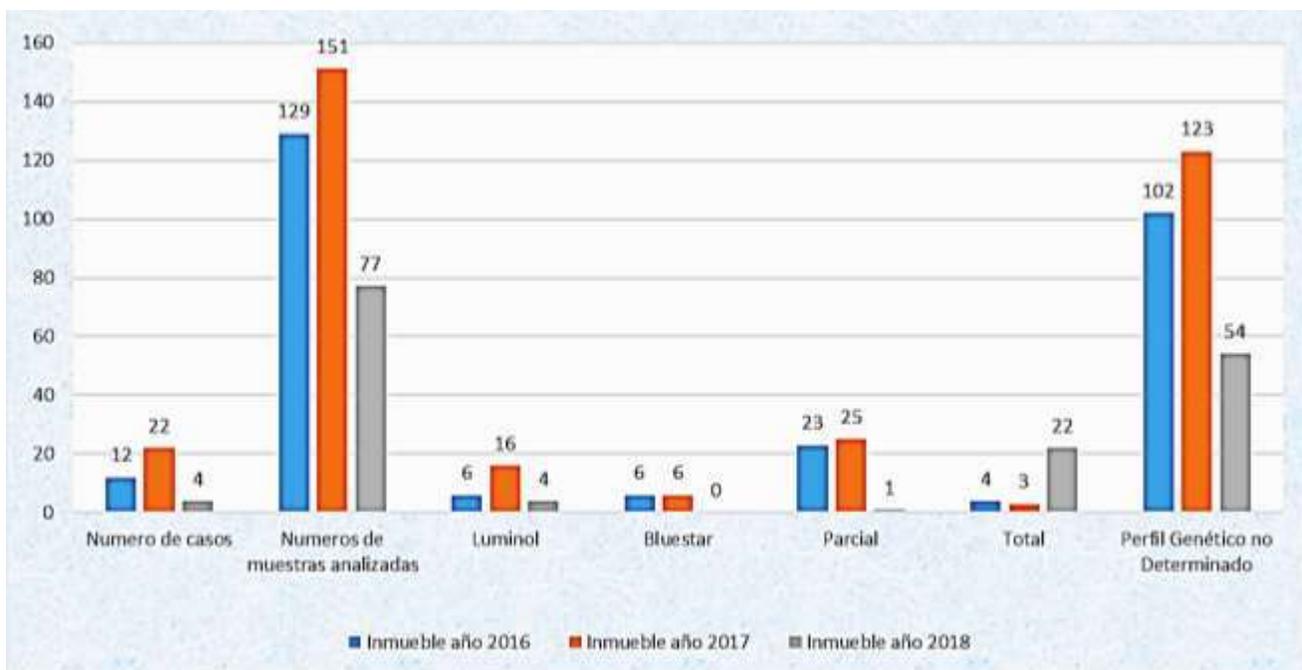


Figura 5. Perfiles genéticos determinados y no determinados según los reactivos y número de casos.

En la Figura 5 se puede observar que durante los años 2016 al 2018, 29 muestras corresponden a la determinación de Perfiles totales; es decir a una identificación completa, siendo la más alta en el 2018. El perfil genético no determinado fue el más analizado en los inmuebles en los tres años, con un número de 123 muestras en el 2017.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
	Parcial	Total	
Inmueble año 2016	46.9%	13.8%	36.6%
Inmueble año 2017	51.0%	10.3%	44.1%
Inmueble año 2018	2.0%	75.9%	19.4%

Tabla 7. Perfiles genéticos obtenidos en inmuebles durante los años 2016 a 2018.

La Tabla 7 muestra el porcentaje de variación del perfil genético determinado y no determinado realizado en inmuebles durante los años 2016, 2017 y 2018.

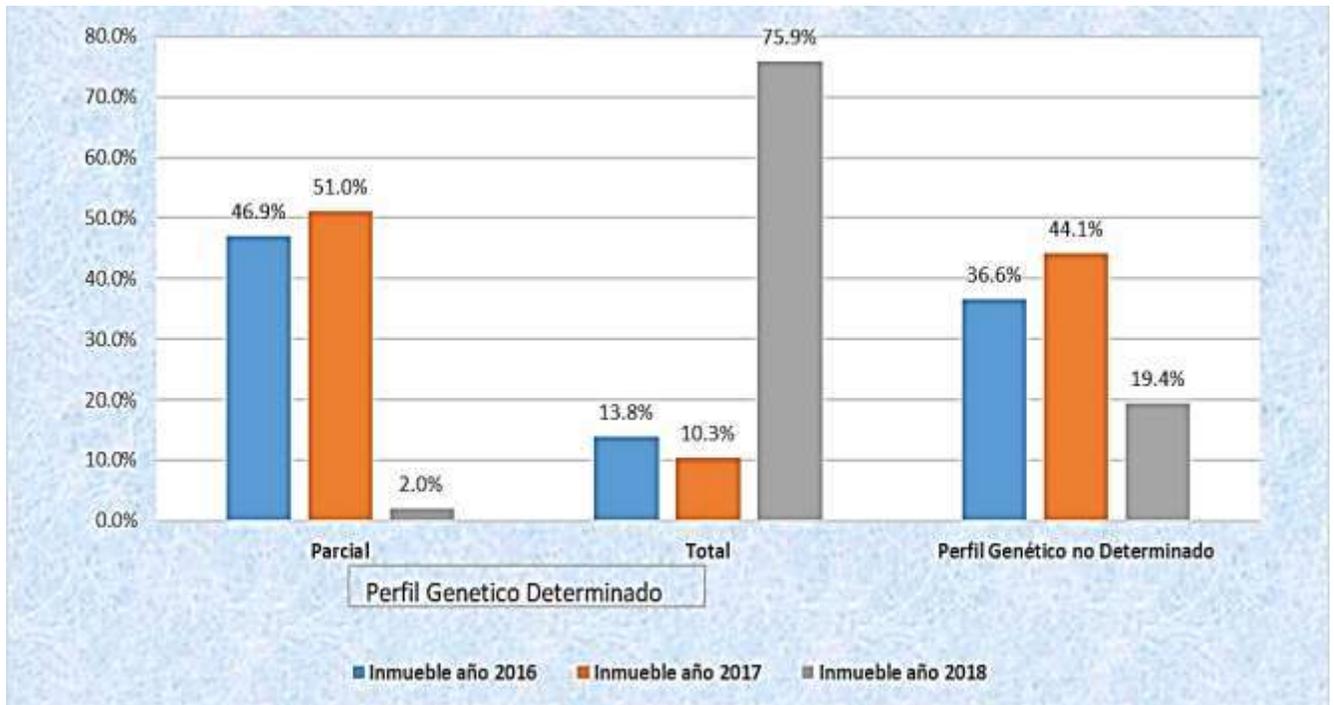


Figura 6. Porcentaje de variación de perfiles genéticos en inmuebles.

En la figura 6 se observa que en los perfiles genéticos no determinados, los porcentajes son más uniformes en el año 2016 el porcentaje de variación fue del 36.6%, en el año 2017 es 44.1% y en el año 2018 es 19.4%. Hubo una mayor incidencia de perfiles genéticos determinados totales; es decir, una identificación completa en inmuebles en el año 2018 con un porcentaje del 75.9%, esto debido probablemente a la sospecha de hechos criminales en este tipo de escenario.

III.2:

Se establece la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en **vehículos** entre los años 2016 al 2018.

Tabla 8. Número de Perfiles genéticos determinados y no determinados con Quimioluminiscencia Positiva en Vehículos, realizados en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú del 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Números de muestras analizadas	Reactivo		Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
			Luminol	Bluestar	Parcial	Total	
Vehículos año 2016	9	66	4	5	11	3	52
Vehículos año 2017	16	130	10	6	27	40	63
Vehículos año 2018	4	22	3	1	1	1	20
Total	29	218	17	12	39	44	135

La Tabla 8 se observa el número de muestras analizadas en los vehículos, siendo un total de 218 muestras. En el perfil genético determinado parcial y total se observan 83 muestras analizadas y en el perfil genético no determinado se observan 135 muestras analizadas.

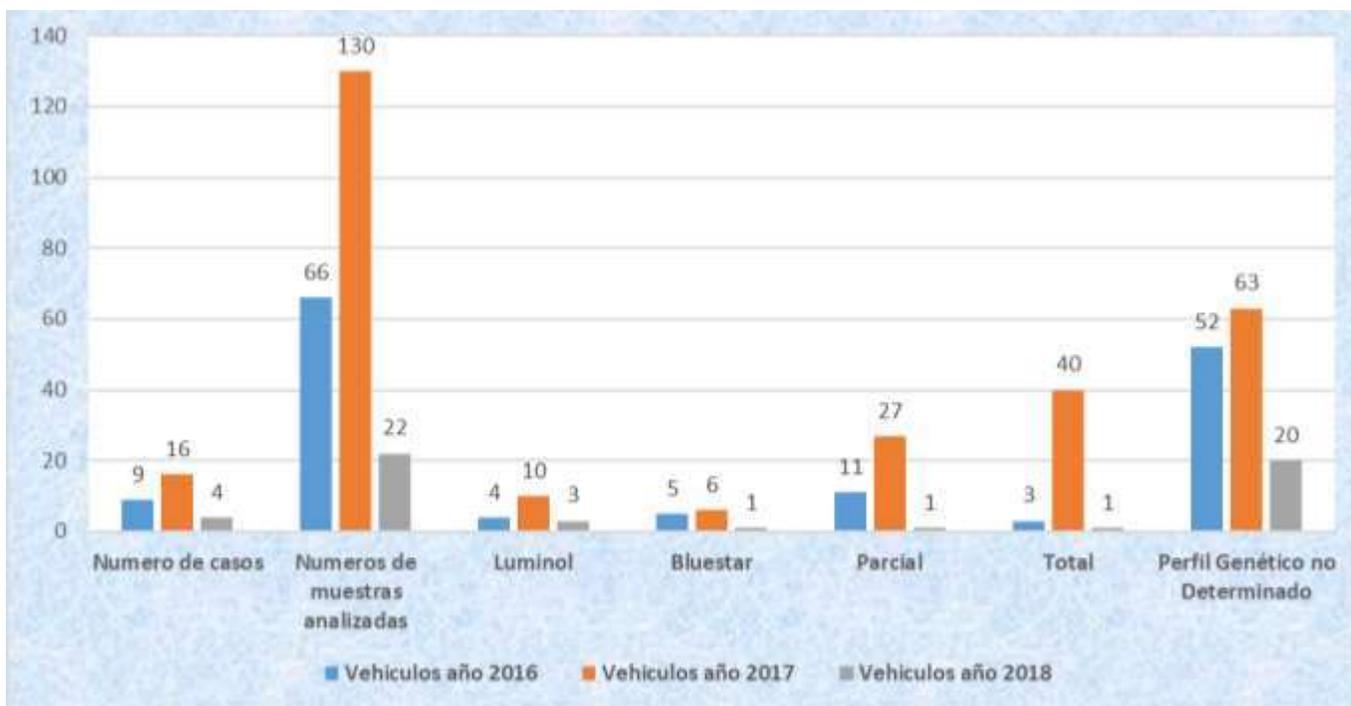


Figura 7. Perfiles genéticos determinados y no determinados según los reactivos y número de casos en los vehículos.

En la figura 7 se observa el número de muestras analizadas en los vehículos. En el año 2017 se realizaron 130 muestras a diferencia de los demás años. En el perfil genético determinado parcial y total se observa que no es uniforme. En los tres años, 44 muestras corresponden a la determinación de Perfiles totales, es decir a una identificación completa, siendo la más alta en el año 2017. El perfil genético no determinado fue el más analizado en los vehículos en los tres años, con un número de 63 muestras en el 2017.

Tabla 9. Perfiles genéticos en vehículos durante los años 2016 a 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
	Parcial	Total	
Vehículos año 2016	28.2%	6.8%	38.5%
Vehículos año 2017	69.2%	90.9%	46.7%
Vehículos año 2018	2.6%	2.3%	14.8%

La tabla 9 muestra el porcentaje de variación del perfil genético determinado y del perfil genético no determinado realizado en los vehículos durante los años 2016, 2017 y 2018.

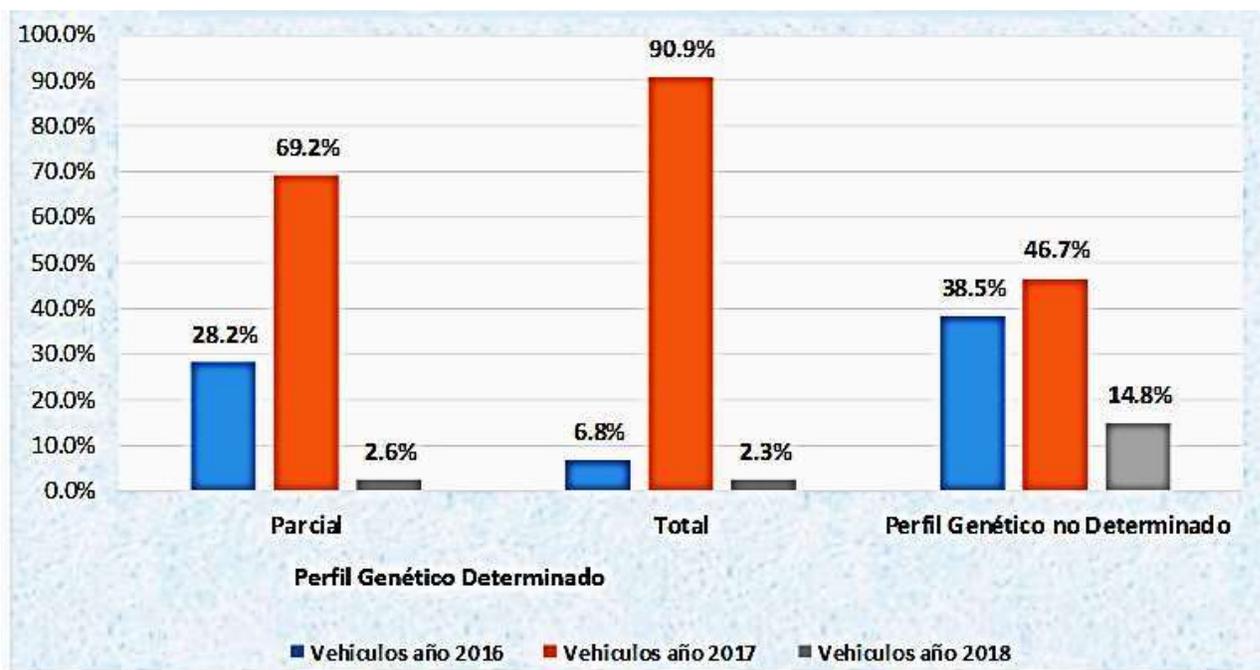


Figura 8. Porcentaje de variación de perfiles genéticos en vehículos, años 2016 a 2018.

En la Figura 8 se observa el porcentaje de variación del perfil genético determinado y no determinado realizado en los **vehículos** durante los años 2016, 2017 y 2018. Se aprecia que en el perfil genético no determinado los porcentajes son más uniformes, siendo el porcentaje de variación en el año 2016 de 38.5%, en el año 2017 de 46.7% y en el año 2018 de 14.8%. Hubo una mayor incidencia de perfiles genéticos determinados totales, es decir una identificación completa en vehículos

en el año 2017, con un porcentaje del 90.9%, en su mayoría solicitados por accidente de tránsito con fuga.

III.3:

Se establece la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en **prendas** entre los años 2016 al 2018.

Tabla 10. Número de Perfiles genéticos determinados y no determinados con Quimioluminiscencia Positiva en Prendas durante los años 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Números de muestras analizadas	Reactivo		Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
			Luminol	Bluestar	Parcial	Total	
Prendas año 2016	7	65	1	6	10	3	52
Prendas año 2017	5	61	3	2	5	6	50
Prendas año 2018	4	17	0	4	6	0	11
Total	16	143	4	12	21	9	113

La Tabla 10 muestra el número de muestras analizadas en las prendas con un total de 143 muestras. En el perfil genético determinado parcial y total se observan 30 muestras analizadas y en el perfil genético no determinado se observan 113 muestras analizadas del total de prendas analizadas durante los años 2016, 2017 y 2018.



Figura 9. Perfiles genéticos según los reactivos y número de casos en las prendas.

En la Figura 9 se observa el número de muestras analizadas en las **prendas**. En el año 2016 se analizaron 65 muestras, en año 2017 se analizaron 61 muestras y en el 2018 solo 17 muestras. En el perfil genético determinado parcial y total se observa que las muestras son muy pocas con un total de 30 muestras, de las cuales solo en 6 muestras del 2017 se identificaron perfiles genéticos totales, es decir una identificación completa, y en lo referente al perfil genético no determinado se observan más uniformes, en el año 2016 fueron 52 muestras analizadas, en el 2017 fueron 50 muestras y en el año 2018 solo fueron 11 muestras.

Tabla 11. Porcentaje de variación del perfil genético determinado y del perfil genético no determinado realizado en las prendas durante los años 2016, 2017 y 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Perfil Genético Determinado Positivo		Perfil Genético no Determinado
	Parcial	Total	
Prendas año 2016	47.6%	33.3%	46.0%
Prendas año 2017	23.8%	66.7%	44.2%
Prendas año 2018	28.6%	0.0%	9.7%

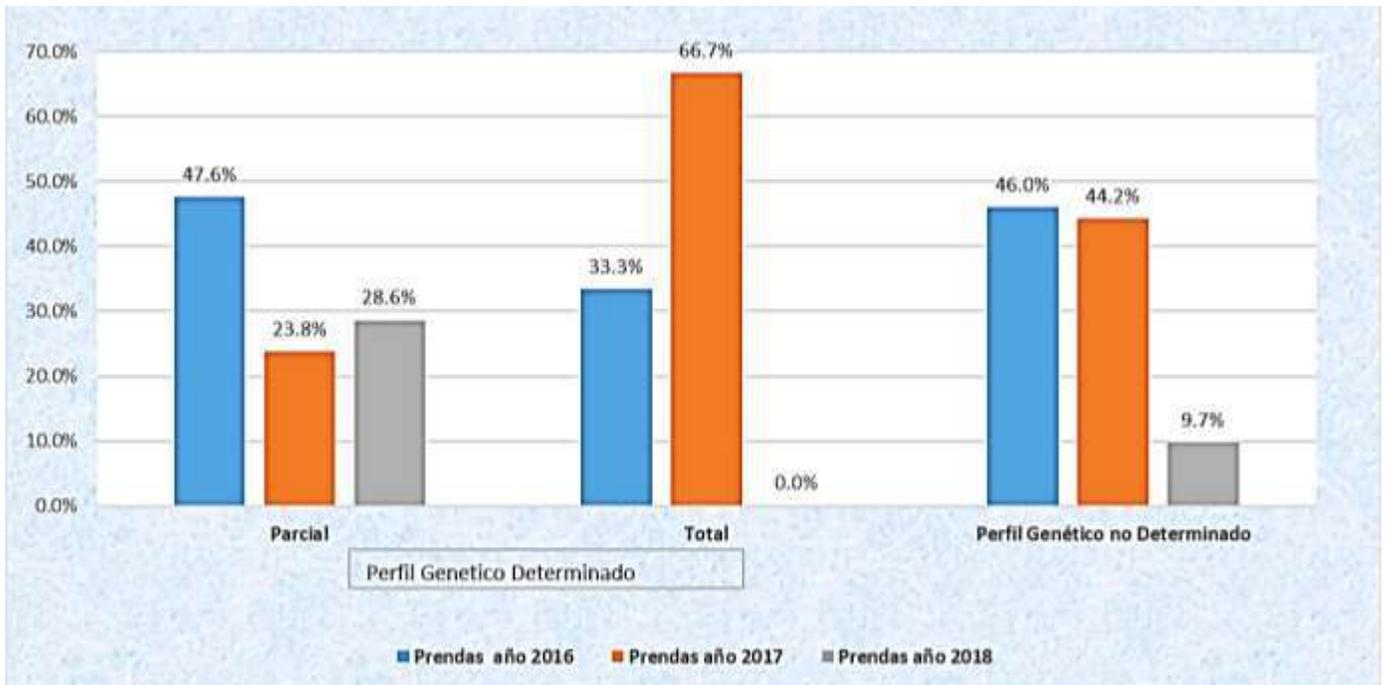


Figura 10. Porcentaje de Variación de perfiles genéticos en prendas.

En la Tabla 11 y en la Figura 10 se observa el porcentaje de variación del perfil genético determinado y del perfil genético no determinado realizado en las **prendas** durante los años 2016, 2017 y 2018. En el perfil genético no determinado los porcentajes son más uniformes en el año 2016 donde el porcentaje de variación fue 46%, en el año 2017 fue 44.2% y en el año 2018 fue 9.7%; observándose que en este último año disminuyeron los porcentajes. En el perfil genético determinado total (es decir, una identificación completa) se obtuvo en el año 2017 un porcentaje del 66.7% y en el año 2018 fue 0.0%. Esto es debido posiblemente a que muchas de las muestras se encontraban contaminadas.

III.4:

Se establece la variación de la frecuencia en la identificación de perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en **personas** entre los años 2016 al 2018.

Tabla 12. Número de Perfiles genéticos determinados y no determinados con Quimioluminiscencia Positiva en personas, realizados en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú del 2016 al 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Números de muestras analizadas	Reactivo		Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
			Luminol	Bluestar	Parcial	Total	
Personas año 2016	2	13	0	2	6	0	7
Personas año 2017	1	10	1	0	10	0	0
Personas año 2018	2	23	0	2	0	23	0
Total	5	46	1	4	16	23	7

En la tabla 12 se observa el número de muestras analizadas en personas correspondiendo a un total de 46 muestras. En el perfil genético determinado parcial y total se observa 39 muestras analizadas y en perfil genético no determinado se observan 7 muestras analizadas en el año 2016.

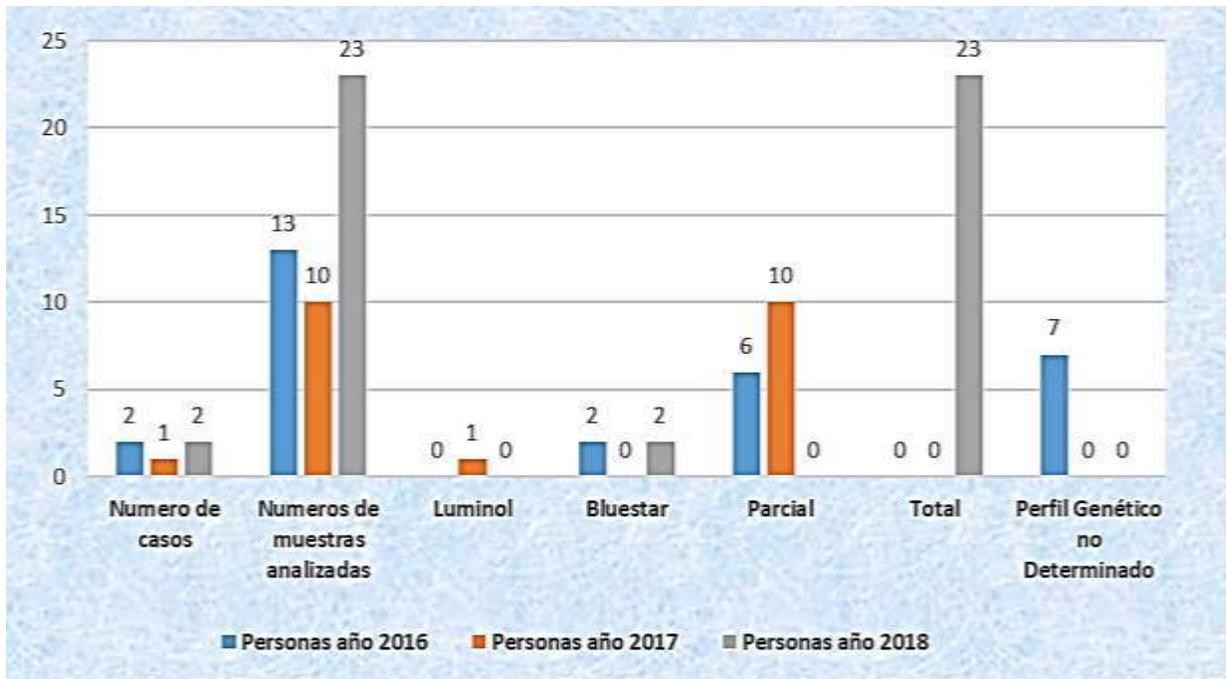


Figura 11. Perfiles genéticos según los reactivos y número de casos en personas.

En la figura 11 se observa el número de muestras analizadas en **personas**. En el año 2016 se analizaron 13 muestras y en año 2017 se analizaron 10 muestras y en el año 2018 aumentó a 23. En el perfil genético determinado parcial y total se observa que las muestras fueron 39, de los cuales en 23 se determinaron perfiles genéticos totales (es decir una identificación completa) en el año 2018; en lo referente al perfil genético no determinado específicamente en el año 2016 se observaron sólo 7 muestras.

En la Tabla 13 y la Figura 12 muestra el porcentaje de variación del perfil genético determinado y del perfil genético no determinado realizado en personas durante los años 2016, 2017 y 2018.

Tabla 13. Frecuencia de perfiles genéticos en personas durante los años 2016 a 2018.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Perfil Genético Determinado		Perfil Genético no Determinado
	Parcial	Total	
Personas año 2016	37.5%	0.0%	100.0%
Personas año 2017	62.5%	0.0%	0.0%
Personas año 2018	0.0%	100.0%	0.0%

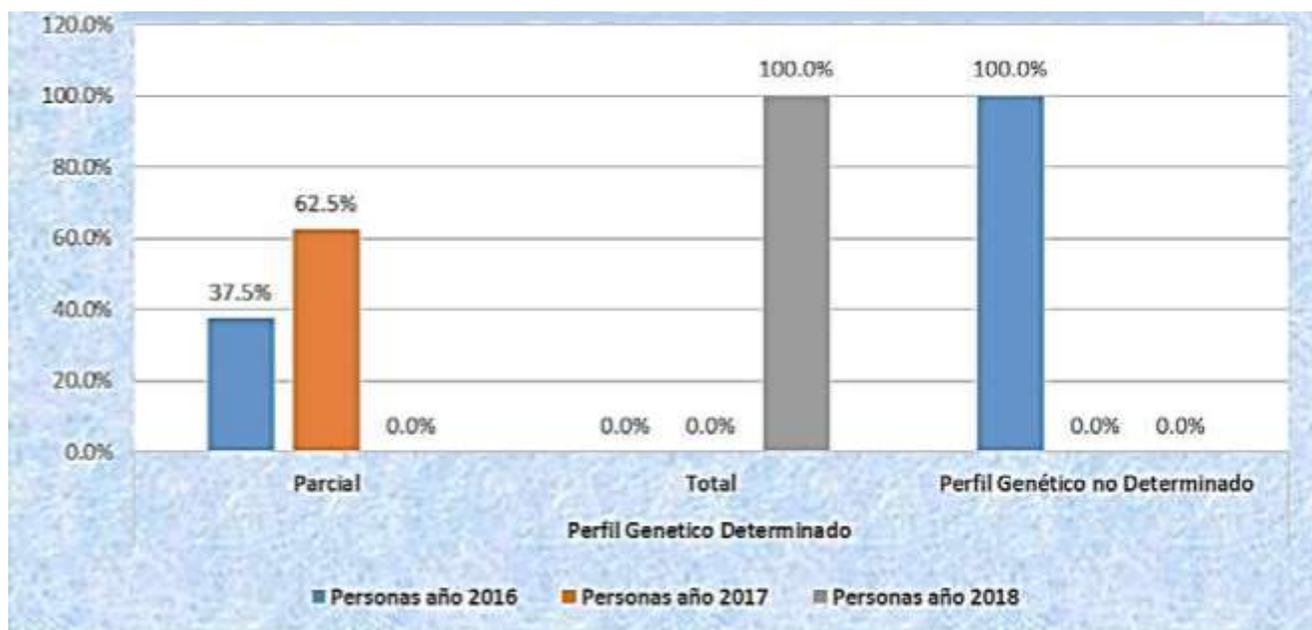


Figura 12. Variación de perfiles genéticos en muestras detectadas por quimioluminiscencia en personas.

En la Tabla 13 y la Figura 12 se observa el porcentaje de variación del perfil genético determinado y del perfil genético no determinado realizado en las **personas** durante los años 2016, 2017 y 2018. Se observa que en el perfil genético determinado y no determinado los porcentajes son muy variados: en el año 2016 se observa que en el 100% no se llegaron a determinar los perfiles genéticos y en los años 2017 y 2018

si se llegaron a determinar, con una determinación de perfiles genéticos totales en el 100% de las muestras en el año 2018.

III.5:

Se determina las variaciones de las frecuencias en la identificación de los perfiles genéticos determinados y no determinados en muestras detectadas por quimioluminiscencia en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú durante el periodo 2016 - 2018.

Tabla 14. Total de muestras analizadas por quimioluminiscencia en el presente trabajo.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Número de casos	Números de muestras analizadas	Reactivo		Perfil Genético determinado		Perfil Genético no determinado
			Luminol	Bluestar	Parcial	Total	
Inmueble	38	357	26	12	49	29	279
Vehículos	29	218	17	12	39	44	135
Prendas	15	143	4	11	21	9	113
Personas	5	46	1	4	16	23	7
Sub total	87		48	39	125	105	
Total		764		87	230		534

La **tabla-14** muestra en número total de muestras analizadas con quimioluminiscencia positiva realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección Nacional de Criminalística de la Policía Nacional del Perú desde el año 2016 al 2018, que corresponden a los **inmuebles, vehículos, prendas y personas**. 230 muestras analizadas presentaron perfil genético determinado, y en el perfil genético no determinado se contabilizaron 534 muestras analizadas.

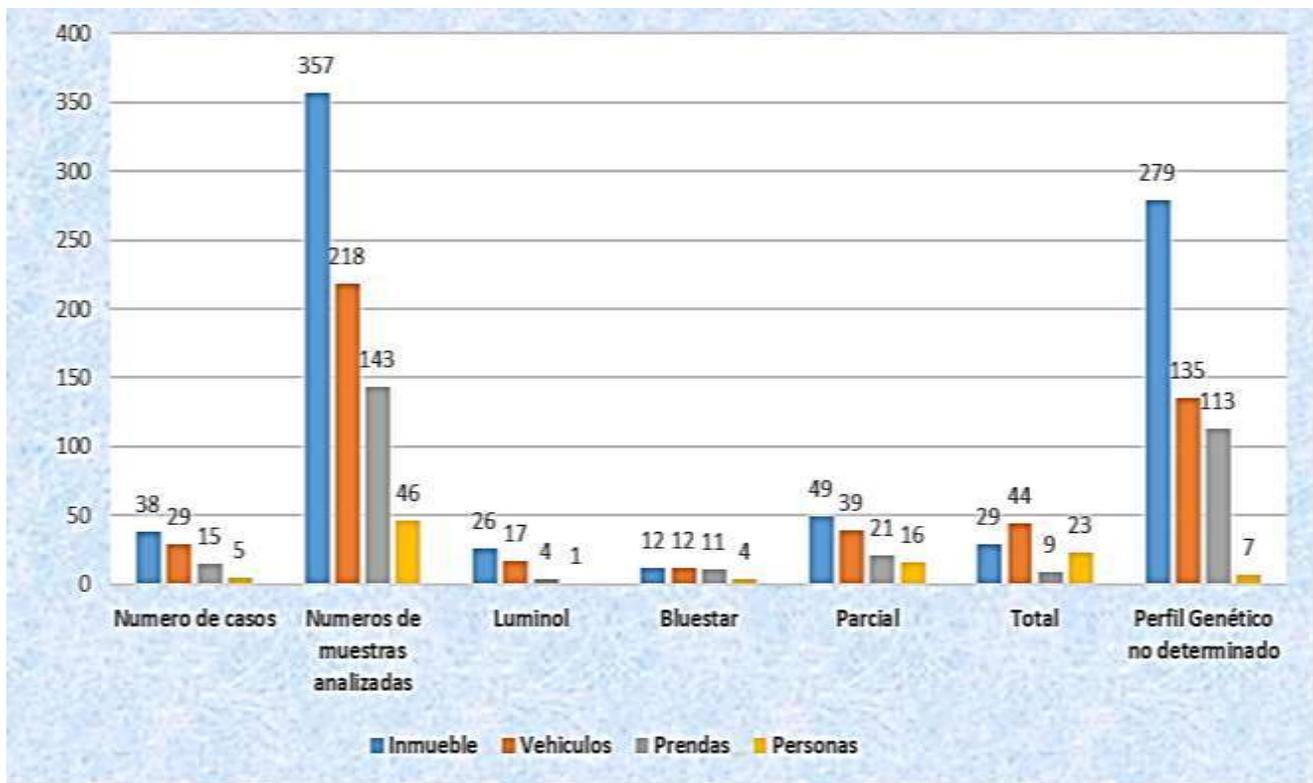


Figura 13. Perfiles genéticos según los reactivos y número de casos.

En la Figura 13 se observa el número total de muestras analizadas con quimioluminiscencia positiva en Prendas realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección Nacional de Criminalística de la Policía Nacional del Perú desde el año 2016 al 2018, que corresponden a los **inmuebles, vehículos, prendas y personas**. Con respecto al perfil genético determinado, fue menor entre **parcial y total** (230 muestras analizadas en total) que en el perfil genético no determinado en donde se agrupan 534 muestras, de las cuales en los inmuebles se observaron 279 muestras, en vehículos 135, en prendas 113 y en personas sólo fue de 7 muestras analizadas.

Tabla 15. Perfiles genéticos determinados y no determinados analizados en total.

Lugar del cual fueron reveladas las muestras	Perfil Genético Determinado		Perfil Genético No Determinado
	Parcial	Total	
Inmueble	39%	28%	52%
Vehículos	31%	42%	25%
Prendas	17%	9%	21%
Personas	13%	22%	1%

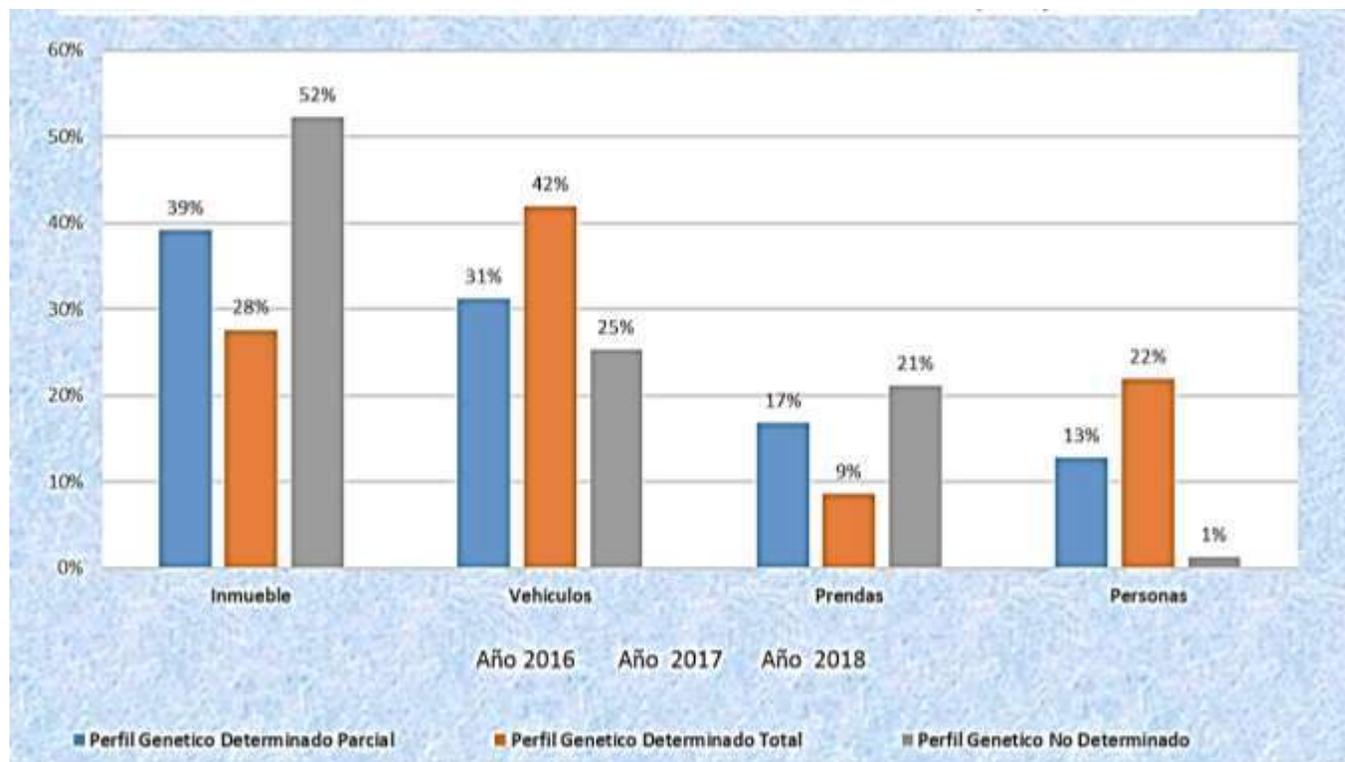


Figura 14. Porcentaje de variación de perfiles genéticos detectados por quimioluminiscencia entre los años 2016 – 2018.

La Tabla 15 y la Figura 14 muestran el número total de porcentajes de variación de muestras analizadas con quimioluminiscencia positiva realizadas en el Laboratorio de Biología Molecular de la Dirección Nacional de Criminalística de la Policía Nacional del Perú desde el año 2016 al 2018, que corresponden a los **inmuebles, vehículos, prendas y personas**. Se observa en los inmuebles un mayor

porcentaje de perfiles genéticos determinados; es decir una identificación completa con un 39%, seguido de vehículos con un 31%. En lo referente a los perfiles genéticos no determinados, el mayor porcentaje se encuentra en los inmuebles con un 52%, también seguido de vehículos con un 25%; siendo el menor porcentaje de no determinados en personas con un 1%.

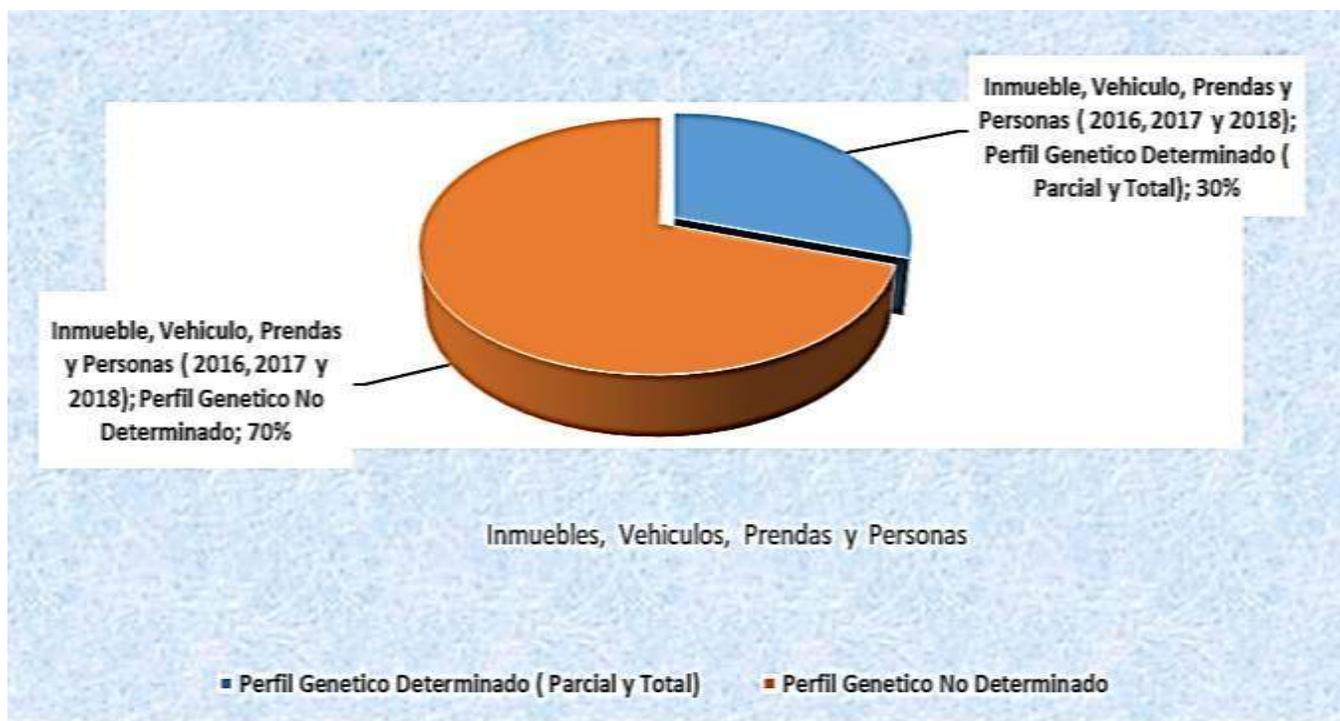


Figura 15. Variación de perfiles genéticos detectados por quimioluminiscencia en los años 2016 a 2018.

En la Figura 15 se observa que el perfil genético no determinado tuvo una variación porcentual de 70% con 534 muestras analizadas, mientras que el perfil genético determinado, la variación porcentual es de 30% con 230 muestras analizadas en los

tres años, con un total de 764 muestras analizadas. El hecho de que el 70% de las muestras fueron definidas como no determinadas, refleja que en la mayoría de los casos no se está contribuyendo con las expectativas puestas por la administración de justicia para el esclarecimiento de un ilícito penal.

De los resultados de la presente revisión, cabe acotar que los Loci que en su mayoría No Reaccionaron al análisis de las muestras de quimioluminiscencia positiva con Biología Molecular en la identificación del perfil genético, fueron el Penta E con un 3.14% (24 muestras) y el Penta D con un 2.61% (20 muestras), de un total de 764 muestras analizadas. Estos loci son parte del Kit POWER PLEX 16 HS SYSTEM para amplificación y fueron reemplazados por el D2S1338 y el D19S433 que son parte del Kit Amp FISTR IDENTIFILER que se viene usando en el 2018. Como podemos apreciar en este trabajo de revisión, en ese año se dieron los mejores resultados en cuanto a la determinación completa del perfil genético en muestras analizadas con quimioluminiscencia positiva.

- ❖ En cuanto al lugar de procedencia de los casos, la mayoría con un 66.66% (58 casos) de un total de 87, fueron solicitados por provincias, y un 33.34% (29 casos) a Lima.
- ❖ El reactivo más usado para la detección por quimioluminiscencia positiva fue el LUMINOL, con un 55.17% (48 casos) de un total de 87 casos, y un 44.83% (39 casos) a Bluestar.
- ❖ El tipo de soporte más usado para el análisis de muestras con quimioluminiscencia positiva fue el HISOPO, con un 65.71% (502 muestras) de un total de 764 muestras, siendo en su mayoría usadas en inmuebles; seguido del soporte GASA con un 25.39% (194 muestras).

IV.

CONCLUSIONES

1. El total de muestras analizadas de **inmuebles** durante el periodo 2016 - 2018 con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético fue de 357, de los cuales en 78 se llegaron a determinar el perfil tanto de manera parcial como total y no se determinó en 279 muestras.
2. El total de muestras analizadas de **vehículos** durante el periodo 2016 - 2018 con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético fue de 218, de los cuales en 83 se llegaron a determinar tanto parcial como total y no se determinó en 135 muestras.
3. El total de muestras analizadas de **prendas** durante el periodo 2016 - 2018 con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético fue de 143, de los cuales en 30 se llegaron a determinar tanto parcial como total y no se determinó en 113 muestras.
4. El total de muestras analizadas de **personas** durante el periodo 2016 - 2018 con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético fue

de 46, de los cuales en 39 se llegaron a determinar tanto parcial como total y no se determinó en 7 muestras.

5. En el 70% (534) de un total de 764 muestras analizadas que incluyen inmuebles, vehículos, prendas y personas con quimioluminiscencia positiva para la determinación del perfil genético **no se pudo determinar el perfil genético**, dando como resultado “NR” (No Reactivo).

V. RECOMENDACIONES

1. Realizar otros estudios controlando principalmente los factores que puedan inhibir la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), ya que se suele colocar en las conclusiones de los informes periciales cuando no se obtuvo ningún perfil que “posiblemente se deba a la ausencia, escasez, contaminación, degradación del ADN genómico y/o presencia de inhibidores a la técnica de PCR”.
2. Se recomienda utilizar el Kit Amp FISTR IDENTIFILER para el análisis del perfil genético en las muestras con quimioluminiscencia positiva.
3. Realizar el recojo para el análisis utilizando como soporte a la gasa ya que se tiene mayor superficie de absorción de la muestra que el hisopo.
4. Capacitar al personal en la toma de muestra cuando se utiliza el reactivo para quimioluminiscencia, ya que este primer paso es el más importante para culminar con éxito cualquier análisis forense.

1. "ARCHIVOS DE ADN". (s/f) Revista Genética Médica Blog. Recuperado de <https://adnarchives.revistagenticamedica.com>
2. BLOOD DETECTION " (s/f). "*A comparison of visual Enhancement Chemicals for the Recovery of Possible Blood Stains at the Crime Scene – Luminol vs. Bluestar*". Recuperado de <https://bluestar-forensic.com>
3. "BLUESTAR FORENSIC". (s/f). Recuperado de www.bluestar-forensic.com
4. CARRACEDO, y cols. (2018). "*Mas allá del efecto CSI – Claves para una buena comunicación en genética forense*". Revista "Metode" Universidad de Valencia - ESPAÑA. Recuperado de <https://metode.es>
5. CASTELLO, A. (2012). "*Revelado de manchas latentes: Efectividad del Luminol y Evaluación de su efecto sobre el estudio de ADN*". Cuaderno de Medicina Forense nro.28, Abril; Málaga – España.
6. DAZA, y cols. (2016). "*Investigación criminalística en escenas cerradas con el uso de luces forenses y reactivos de orientación de alta sensibilidad para la búsqueda de manchas compatibles con sangre*". Biblioteca de la Dirección Ejecutiva de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, Lima – Perú.
7. "El fenómeno de la bioluminiscencia". (s/f). Recuperado de <https://elbliote.com>
8. ESPINO, y cols. (2016). "*Investigación criminalística en la escena en campo cerrado con el uso de luces forenses y reactivos de orientación de alta sensibilidad para la búsqueda de manchas compatibles con sangre*".

Biblioteca de la Dirección Ejecutiva de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, Lima – Perú:

9. GIRALDO, cols. (2013). *“Efecto del bluestar forensic sobre las pruebas preliminares y análisis de ADN en la investigación de manchas de sangre”*. Revista de la Facultad de Ciencias Forenses y de la Salud. Nro.9; Diciembre, Medellín – Colombia. pp.09.
10. FERNANDEZ, E. (s/f). *“Contaminantes del PCR”*.pp.545. Recuperado de www.tesisenred.net
11. J. C. CEDRON (2011) *“El Luminol”*. Revista de Química PUCP, vol.25, nro.1. pp.. 13-14.
12. *“La química del Bluestar”* (s/f). pp.1-29. Recuperado de <https://es.scribd.com>
13. *“LUMINOL”* (s/f). *“Un testigo Brillante”*. Universidad Autónoma de México. Recuperado de <https://feriadeciencias.unam.mx>
14. *“LUMINOL”*. (2019). Recuperado de <https://es.scribd.com>
15. LLANOS, W. (2010) *“Aplicación del Luminol en Huellas en la escena del crimen”*. Julio. Recuperado de <https://es.slideshare.net/wllanos>
16. MANUAL DE CRIMINALISTICA DE LA POLICIA NACIONAL DEL PERU, (2006) *“Marcadores geneticos”*. Primera Edicion – Lima – Perú. pp.194
17. MELEAN, G. (2017). *“El DNA en la Escena del Crimen”*. Revista Ciencia y Medicina Volumen Nro.8 – Sucre). Recuperado de www.revistasbolivians.org.bo
18. PEREZ, V. (2012) *“¿Qué es el Bluestar?”* Criminología y Justicia, Marzo, España. Recuperado de www.cj.worldnews.com

19. PLAT, R. (2003) *“En la Escena del Crimen”* Editorial Darling Kindersley, Londres. pp.84.
20. ¿QUE ES EL LUMINOL? Criminalística Básica. Recuperado de www.criminalisticabasica.blogspot.com
21. ¿QUE ES EL LUMINOL? (s/f). Recuperado de www.jjcriminalistica.com
22. ¿Qué es un Perfil genético y para que sirve? Blog del Laboratorio de Genética Clínica - España Recuperado de www.labgenetics.es)
23. QUISPE, S. (2014) *“Detección de manchas de sangre mediante la Prueba de Luminol en la Investigación Forense”*. Revista de Ciencias de Farmacia y Bioquímica vol.2, nro.1 La Paz – Bolivia. Recuperado de www.revistasbolivianas.org.bo/scielo

ANEXO Nro.1:**VIABILIDAD DEL TRABAJO ACADEMICO****1 Recursos Tecnológicos**

Solo se utilizará una computadora “Lap Top” Corel 4.

2 Presupuesto**2.1 Bienes disponibles**

DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	TOTAL (S/.)
Millar de Papel A4 de 80 gr.	2 Millares	25.00	50.00
Cartucho de tinta para Impresora EPSON – 777	5 Cartuchos de tinta negro	20.00	100.00
Cartucho de tinta para Impresora EPSON – 777	5 cartuchos de tinta de colores	25.00	125.00
Útiles de escritorio fólder, minas, lapiceros,	Global	50.00	50.00
Guantes quirúrgicos	10	5.00	50.00
Otros	Global	50.00	50.00
	TOTAL	175.00	425.00

Fuente:Elaboración propia

2.2 Servicios disponibles

DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNIT (S/.)	TOTAL (S/.)
Internet	200 h	1.00	200.00
Luz	250 kwh	0.2767	83..02
Transporte	50 viajes	5.00	250.00
Fotocopias	300 hojas	0.05	15.00
Teléfono	Global	50.00	50.00
Otros	Global	50.00	50.00
	TOTAL	106.3267	648.02

Fuente:Elaboración propia

**SOLICITA: PERMISO PARA
OBTENCION DE DATOS DE
ARCHIVO PARA ELABORACION
DE TRABAJO ACADEMICO.**

**SEÑORA CORONEL S PNP JEFE DE LA DIVISION DE BIOLOGIA
FORENSE DE LA DIRECCION DE CRIMINALISTICA DE LA POLICIA
NACIONAL DEL PERÚ.**

SC.

PINTO GAMARRA, Richard Manuel, May. Bio PNP, identificado con Carné de Identidad N° 300544, prestando servicios actualmente como Perito Biólogo Forense en la División de Biología Forense de la Dirección de Laboratorio Central de la DIRCRI PNP; ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que, teniendo la necesidad de realizar un Trabajo Académico para la obtención del grado académico en la especialidad en Biología Molecular y Genética, es que solicito se me pueda permitir la obtención de datos de los archivos en la sección de Biología Molecular ADN en lo referente a las muestras realizadas para la obtención del perfil genético en casos de quimioluminiscencia positiva de los años 2016 al 2018.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. se sirva acceder a mi petición lo cual me permitirá alcanzar dicho objetivo.

Surquillo, 15 de Marzo del 2019



OS-192726-0
ALICIA U. ZUBIARTE LOPEZ
CORONEL SERV. PNP
BIOLOGA FORENSE
CBP N° 1331



OS-300544-0 +
RICHARD M. PINTO GAMARRA
MAJOR BIOLOGO PNP
PERITO BIOLOGO FORENSE
COL. BIOP 2185

ES CONFORME