



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES
CITOMORFOLÓGICAS EN LA LÍNEA ROJA, LÍNEA BLANCA Y
PLAQUETARIA DE LOS TRABAJADORES EN CONTACTO
DIRECTO A LOS HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL
PETRÓLEO EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

Trabajo De Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: TATIANA VALERIA PAGUAY YUMI

DIRECTORA: Dra. SANDRA NOEMÍ ESCOBAR ARRIETA, M. Sc

Riobamba – Ecuador

2020

©2020, Tatiana Valeria Paguay Yumi

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Tatiana Valeria Paguay Yumi, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 26 de febrero de 2020

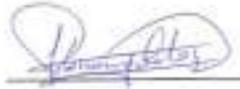


Tatiana Valeria Paguay Yumi

CI: 060507688-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación. **“EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES CITOMORFOLÓGICAS EN LA LÍNEA ROJA, LÍNEA BLANCA Y PLAQUETARIA DE LOS TRABAJADORES EN CONTACTO DIRECTO A LOS HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, realizado por la señorita **TATIANA VALERIA PAGUAY YUMI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Carlos Pilamunga Capus PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2020-02-26
Dra. Sandra Noemí Escobar Arrieta DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2020-02-26
Dra. Ana Karina Albuja Landi MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2020-02-26

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen por brindarme salud, sabiduría y perseverancia para cumplir esta meta. De manera especial a mi madre por su amor y apoyo incondicional, a través de su esfuerzo diario ha logrado brindarme lo necesario y hoy cumplir con una de mis metas. A mi padre por su apoyo en esta etapa estudiantil. A mis abuelitos maternos Segundo y Margarita, por ser un pilar fundamental en culminar este peldaño de mi vida, siendo los que confiaron sin lugar a duda en lo que podía lograr con circunstancias buenas y malas. A mi hermano y sobrinos que han sido esos cómplices y motivación de ser mejor cada día.

Tatiana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la Virgen Santísima por brindarme la vida y gozar de salud para cumplir cada una de mis metas.

A mi madre por ser esa fuerza diaria y con su gran fortaleza jamás ha escatimado esfuerzos por brindarnos lo justo y necesario a sus hijos.

A Iván, mi hermano por ser ese amigo incondicional en todo momento, que con los buenos y malos momentos somos ese apoyo mutuo por siempre.

A mis abuelitos maternos Segundo y Margarita que han sido esos seres especiales que la vida los puso en mi camino para saber que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mi padre por su apoyo para cumplir cada una de mis metas.

Un agradecimiento fraterno al resto de mi familia que ha sido parte de este proceso, a mis amigos/as que poco a poco se va logrando cada una de las metas propuestas.

Mi agradecimiento sincero a la Dra. Sandra Escobar, directora del proyecto de investigación por la confianza depositada a través de la oportunidad de desarrollar este trabajo de titulación, que con su aporte incondicional se ha logrado culminar.

Agradecida con la Dra. Ana Albuja como colaboradora del proyecto de investigación, que permitió la culminación de esta investigación.

Tatiana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Hidrocarburos.....	7
1.2.1. <i>El petróleo</i>	7
1.2.2. <i>Gasolina motor regular</i>	8
1.2.3. <i>Gasolina motor extra</i>	8
1.2.4. <i>Diésel</i>	8
1.3. Componentes de los hidrocarburos.....	8
1.3.1. <i>Benceno</i>	8
1.3.2. <i>Tolueno</i>	9
1.3.3. <i>Xileno</i>	10
1.4. El plomo.....	11
1.4.1. <i>Toxicocinética</i>	12
1.4.2. <i>Mecanismo de acción</i>	13
1.5. Sangre.....	14
1.5.1. <i>Volumen sanguíneo</i>	15
1.5.2. <i>Composición</i>	15

1.5.3.	<i>Funciones</i>	15
1.5.4.	<i>Hematopoyesis</i>	16
1.6.	Glóbulos Rojos	18
1.6.1.	<i>Hemoglobina</i>	19
1.6.2.	<i>Hematocrito</i>	19
1.6.3.	<i>Numero de glóbulos rojos</i>	19
1.6.4.	<i>Volumen corpuscular medio (VCM)</i>	19
1.6.5.	<i>Hemoglobina corpuscular media (HCM)</i>	19
1.6.6.	<i>Concentración de la hemoglobina corpuscular media (CHCM)</i>	20
1.6.7.	<i>Valores referenciales de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, reticulocitos e índices hematimétricos en adultos</i>	20
1.7.	Glóbulos Blancos	20
1.7.1.	<i>Granulocitos</i>	21
1.7.2.	<i>Agranulocitos</i>	22
1.7.3.	<i>Valores de referencia de Leucocitos</i>	23
1.8.	Plaquetas	23
1.8.1.	<i>Valores referenciales del trombograma</i>	24
1.9.	Alteraciones eritrocitarias	24
1.9.1.	<i>Alteraciones del tamaño de los eritrocitos</i>	24
1.9.2.	<i>Alteraciones morfológicas de los eritrocitos</i>	26
1.9.3.	<i>Alteraciones de la coloración hemoglobínica</i>	31
1.9.4.	<i>Inclusiones eritrocitarias</i>	33
1.10.	Alteraciones leucocitarias	36
1.10.1.	<i>Alteraciones del recuento total de Leucocitos</i>	37
1.10.2.	<i>Alteraciones cuantitativas del recuento diferencial de Leucocitos</i>	37
1.10.3.	<i>Alteraciones relacionadas con el núcleo de los polimorfonucleares</i>	39
1.10.4.	<i>Alteraciones de interacción de los polimorfonucleares con otras células</i>	41
1.10.5.	<i>Alteraciones relacionas con el citoplasma de los polimorfonucleares</i>	41
1.10.6.	<i>Vacuolización de los polimorfonucleares</i>	44
1.10.7.	<i>Alteraciones de Linfocitos reactivos</i>	44
1.10.8.	<i>Células leucocitarias patológicas</i>	47
1.11.	Alteraciones plaquetarias	48
1.11.1.	<i>Alteraciones en el conteo plaquetario</i>	48

1.11.2.	<i>Alteraciones en el recuento de las plaquetas</i>	51
1.11.3.	<i>Variaciones morfológicas de las plaquetas</i>	51

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	53
2.1.	Tipo de investigación	53
2.2.	Diseño de la investigación	53
2.3.	Localización del estudio	53
2.4.	Población de estudio	54
2.5.	Tamaño de muestra	54
2.6.	Método de muestreo	54
2.7.	Materiales, equipos y reactivos	54
2.7.1.	<i>Materiales</i>	54
2.7.2.	<i>Equipos</i>	55
2.7.3.	<i>Reactivos</i>	55
2.8.	Socialización del tema de trabajo de titulación en las gasolineras	55
2.9.	Recolección de datos	56
2.10.	Análisis de las muestras	56
2.10.1.	<i>Recolección de información</i>	56
2.10.2.	<i>Extracción de sangre</i>	57
2.10.3.	<i>Recuento total de leucocitos</i>	57
2.10.4.	<i>Determinación de hematocrito</i>	58
2.10.5.	<i>Determinación de glóbulos rojos</i>	58
2.10.6.	<i>Determinación de hemoglobina</i>	58
2.10.7.	<i>Determinación de índices hematimétricos secundarios</i>	59
2.10.8.	<i>Frotis sanguíneo</i>	59
2.10.9.	<i>Recuento diferencial leucocitario y alteraciones citomorfológicas</i>	60
2.10.10.	<i>Determinación de plaquetas</i>	61
2.10.11.	<i>Recuento de reticulocitos</i>	62
2.11.	Análisis estadístico	62

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADO, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	.63
3.1.	Resultados de las encuestas realizadas al personal que labora en las gasolineras y al blanco de comparación	63
3.2.	Resultados de las determinaciones de los parámetros hematológicos en los individuos en contacto con los Hidrocarburos	70
3.2.1.	<i>Recuento total de glóbulos blancos</i>	70
3.2.2.	<i>Recuento diferencial de glóbulos blancos</i>	71
3.2.3.	<i>Determinación de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios</i>	73
3.2.4.	<i>Determinación de Reticulocitos</i>	74
3.2.5.	<i>Determinación de plaquetas</i>	75
3.2.6.	<i>Resultado de Alteraciones de los glóbulos rojos</i>	76
3.2.7.	<i>Resultado de las Alteraciones morfológicas de glóbulos blancos</i>	80
3.2.8.	<i>Resultado de Alteraciones morfológicas de plaquetas</i>	81
3.2.9.	<i>Comparación de las técnicas de tinción hematológicas</i>	81
3.3.	Resultados de las determinaciones de los parámetros hematológicos en el grupo blanco de comparación	82
	CONCLUSIONES	84
	RECOMENDACIONES	86
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Fuentes de exposición al plomo	12
Tabla 2-1: Valores referenciales de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, reticulocitos e índices hematimétricos secundarios	20
Tabla 3-1: Valores de referencia de Leucocitos	23
Tabla 4-1: Valores referenciales del trombograma.....	24
Tabla 1-3: Edad de los encuestados	63
Tabla 2-3: Género de los encuestados	64
Tabla 3-3: Pregunta N° 1. Escoja el cargo que usted desempeña en esta empresa	65
Tabla 4-3: Pregunta N° 2. ¿Qué tiempo lleva trabajando en esta empresa?.....	66
Tabla 5-3: Pregunta N° 3. ¿Usted fuma?.....	67
Tabla 6-3: Pregunta N° 4. ¿Ha sentido alguna de las siguientes molestias en su salud?.....	68
Tabla 7-3: Pregunta N° 5. Con que frecuencia se realiza un control médico.....	69
Tabla 8-3: Resultado del recuento total de leucocitos	70
Tabla 9-3: Resultados de la fórmula leucocitaria de la muestra	71
Tabla 10-3: Resultados de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios.....	73
Tabla 11-3: Resultado de los Reticulocitos	74
Tabla 12-3: Resultado del conteo plaquetario	75
Tabla 13-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en tamaño.....	76
Tabla 14-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en morfología.....	77
Tabla 15-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en color	78
Tabla 16-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en inclusiones eritrocitarias	79
Tabla 17-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de Glóbulos Blancos.....	80
Tabla 18-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de plaquetas	81
Tabla 19-3: Resultados de las determinaciones hematológicas de los blancos de comparación	82
Tabla 20-3: Resultados de las determinaciones hematológicas de los blancos de comparación	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Modelo metabólico del plomo en el ser humano	13
Figura 2-1: Efectos del plomo en la síntesis del Hem	14
Figura 3-1: Elementos de la sangre	15
Figura 4-1: Localización de la hematopoyesis en el ser humano	16
Figura 5-1: Hematopoyesis	18
Figura 6-1: Frotis sanguíneo normal	18
Figura 7-1: Neutrófilos segmentados en sangre periférica	21
Figura 8-1: Neutrófilos cayados en sangre periférica	21
Figura 9-1: Eosinófilos en sangre periférica	22
Figura 10-1: Basófilos en sangre periférica	22
Figura 11-1: Linfocitos en sangre periférica	22
Figura 12-1: Monocitos en sangre periférica.....	23
Figura 13-1: Plaquetas en sangre periférica	23
Figura 14-1: Anisocitosis en sangre periférica	25
Figura 15-1: Microcitosis en sangre periférica.....	25
Figura 16-1: Macrocitosis en sangre periférica	25
Figura 17-1: Megalocito en sangre periférica	26
Figura 18-1: Esferocitos en sangre periférica.....	26
Figura 19-1: Eliptocitos en sangre periférica	27
Figura 20-1: Ovalocitos en sangre periférica	27
Figura 21-1: Dacriocitos en sangre periférica	28
Figura 22-1: Dianocitos en sangre periférica	28
Figura 23-1: Estomatocitos en sangre periférica	28
Figura 24-1: Esquistocitos en sangre periférica	29
Figura 25-1: Equinocitos en sangre periférica.....	29
Figura 26-1: Acantocito en sangre periférica	30
Figura 27-1: Drepanocitos en sangre periférica	30
Figura 28-1: Excentrocitos en sangre periférica.....	31
Figura 29-1: Fenómeno de Rouleaux	31
Figura 30-1: Hipocromía en sangre periférica.....	32
Figura 31-1: Hiperchromía en sangre periférica.....	32
Figura 32-1: Policromasia en sangre periférica	32
Figura 33-1: Reticulocitos en sangre periférica.....	33

Figura 34-1: Punteado basófilo en sangre periférica	33
Figura 35-1: Cuerpos de Pappenheimer en sangre periférica	34
Figura 36-1: Cuerpos de Howell-Jolly en sangre periférica	34
Figura 37-1: Cuerpo de Heinz.....	35
Figura 38-1: Anillo de Cabot en sangre periférica	35
Figura 39-1: Saturnismo en sangre periférica	36
Figura 40-1: Porfiria eritropoyética congénita en paciente esplenectomizada.....	36
Figura 41-1: Macropolicitos en anemia perniciosa	40
Figura 42-1: Macropolicitos en síndrome mielodisplásico.....	40
Figura 43-1: Anomalía de Pelger-Huet en sangre periférica	40
Figura 44-1: Cambios necrobióticos en neutrófilo	40
Figura 45-1: Aglutinación de neutrófilos por EDTA en sangre periférica	41
Figura 46-1: Neutrófilo agranular en síndrome dismielopoyético	41
Figura 47-1: Hipergranulaciones tóxicas en neutrófilo	42
Figura 48-1: Cuerpos de Dohle en sangre periférica	42
Figura 49-1: Síndrome de Chédiak-Higashi en sangre periférica.....	43
Figura 50-1: Anomalía de Aldre-Reilly en sangre periférica	43
Figura 51-1: Cuerpo de Auer en sangre periférica	44
Figura 52-1: Neutrófilo vacuolizado en sangre periférica	44
Figura 53-1: Linfocitos reactivos	44
Figura 54-1: Células linfomonocitarias.....	45
Figura 55-1: Linfocito hiperbasófilo	45
Figura 56-1: Célula linfoplasmática	46
Figura 57-1: Célula monocitoide	46
Figura 58-1: Linfocito binucleado	47
Figura 59-1: Linfocitos grandes con gránulos azurófilos	47
Figura 60-1: Seudotrombocitopenia.....	49
Figura 61-1: Satelitismo plaquetario alrededor de un monocito.....	49
Figura 62-1: Satelitismo plaquetario alrededor de un linfocito	49
Figura 63-1: Satelitismo plaquetario alrededor de un basófilo	49
Figura 64-1: Satelitismo plaquetario alrededor de un megatrombocito	49
Figura 65-1: Satelitismo plaquetario alrededor de un neutrófilo	49
Figura 66-1: Satelitismo plaquetario alrededor de neutrófilos	49
Figura 67-1: Agregados plaquetarios	50
Figura 68-1: Macrotrombocito en paciente con diagnóstico de púrpura trombocitopénica idiopática.....	50
Figura 69-1: Macrotrombocito de paciente con diagnóstico de síndrome dismielopoyético	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Recolección de información	56
Gráfico 2-2: Extracción de sangre	57
Gráfico 3-2: Recuento total de leucocitos	57
Gráfico 4-2: Determinación de hematocrito	58
Gráfico 5-2: Determinación ij90' de Glóbulos Rojos.....	58
Gráfico 6-2: Determinación de hemoglobina	58
Gráfico 7-2: Determinación de índices hematimétricos secundarios	59
Gráfico 8-2: Frotis sanguíneo.....	59
Gráfico 9-2: Tinción Wright	60
Gráfico 10-2: Tinción Giemsa.....	60
Gráfico 11-2: Tinción de Panóptico	61
Gráfico 12-2: Determinación de plaquetas	61
Gráfico 13-2: Tinción Azul cresil brillante	62
Gráfico 1-3: Resultados de la edad de las personas encuestadas	63
Gráfico 2-3: Género de los individuos encuestados	64
Gráfico 3-3: Resultados de la pregunta N° 1	65
Gráfico 4-3: Resultados de la pregunta N°2.....	66
Gráfico 5-3: Resultados de la pregunta N° 3	67
Gráfico 6-3: Resultados de la pregunta N° 4.....	68
Gráfico 7-3: Resultados de la pregunta N° 5.....	69
Gráfico 8-3: Resultados del recuento total de leucocitos.....	70
Gráfico 9-3: Resultado de la fórmula leucocitaria en la muestra	72
Gráfico 10-3: Resultados de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios	73
Gráfico 11-3: Resultado de los reticulocitos	74
Gráfico 12-3: Resultado del conteo plaquetario	75
Gráfico 13-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en tamaño.....	76
Gráfico 14-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en morfología.....	77
Gráfico 15-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en color	78
Gráfico 16-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en inclusiones eritrocitarias.....	79
Gráfico 17-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de Glóbulos Blancos.....	80
Gráfico 18-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de plaquetas	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	SOCIALIZACIÓN A LOS INDIVIDUOS EN ESTUDIO
ANEXO B:	REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA
ANEXO C:	RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRA DE SANGRE
ANEXO D:	PREPARACIÓN DE LOS FROTIS Y LAS TINCIONES
ANEXO E:	PLACAS EN ORDEN Y LECTURA CON LENTE 100X
ANEXO F:	ALTERACIONES DE TAMAÑO EN GLÓBULOS ROJOS
ANEXO G:	ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE LOS GLÓBULOS ROJOS
ANEXO H:	ALTERACIONES DE COLOR EN LOS GLÓBULOS ROJOS
ANEXO I:	ALTERACIONES DE INCLUSIONES ERITROCITARIAS DE LOS GLÓBULOS ROJOS
ANEXO J:	ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE GLÓBULOS BLANCOS
ANEXO K:	ALTERACIONES DE LA MORFOLOGÍA DE LAS PLAQUETAS
ANEXO L:	TRÍPTICO
ANEXO M:	ENCUESTA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue evaluar las alteraciones citomorfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria de los trabajadores en contacto directo a los hidrocarburos derivados del petróleo en la ciudad de Ambato, estudio realizado en 113 personas, 103 muestras de los individuos de diferentes estaciones de servicio y 10 muestras control pertenecientes a trabajadores de otro ámbito laboral. La extracción de sangre total se realizó en tubo tapa lila con anticoagulante EDTA, siguiendo los procedimientos para la determinación eritrocitaria, leucocitaria y plaquetaria, en complemento se realizó frotis sanguíneo de cada una de las muestras aplicando las técnicas de Tinción Wright, Giemsa y Panóptico, azul cresil brillante para reticulocitos, obteniendo como resultados del conteo total leucocitario: leucocitosis del 23% y leucopenia del 12%, en la fórmula leucocitaria: neutropenia 4%, eosinopenia 28%; en la serie roja valores disminuidos en: eritrocitos 7%, hematocrito 5%, hemoglobina 3%, valores alterados: eritrocitos 26%, hematocrito 23%, hemoglobina 22%, índices eritrocitarios secundarios normales, reticulocitos 15% alterados, las plaquetas presentaron valores normales, alteraciones eritrocitarias: anisocitosis 11%, equinocitosis 41%, hipocromía 2%, cuerpo de heinz 3%; alteraciones leucocitarias: linfocito reactivo 7%; alteraciones plaquetarias: satelitismo plaquetario 1%, el blanco de comparación presentó valores normales de leucocitos, eritrocitos y plaquetas sin alteraciones en el frotis sanguíneo, concluyendo que las muestras en estudio presentaron valores disminuidos y alterados en los diferentes parámetros y alteraciones morfológicas relacionadas al tiempo de exposición laboral, recomendamos la utilización de mascarillas N-95 de acuerdo a las directrices del *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), destinado para la reducción de la exposición del usuario a ciertas partículas dispersas en el ambiente incrementando la bioseguridad laboral.

Palabras clave: <GLÓBULOS ROJOS>, <GLÓBULOS BLANCOS>, <PLAQUETAS>, <ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS>, <HIDROCARBUROS>, <FROTIS SANGUÍNEO>

REVISADO
05 FEB 2020
Ing. Jhonatan Pineda Guzmán, Ph.D.
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
- Jhonatan Pineda Guzmán

ABSTRACT

The objective of the present titling work was to evaluate the cytomorphological alterations in the red line, white line and platelet line of the workers in direct contact to the petroleum derived hydrocarbons in the city of Ambato, study carried out in 113 people, 103 samples of the individuals from different service stations and 10 of white belonging to another work environment, performing the total blood extraction in a lilac tube with EDTA anticoagulant, following the procedures for the determination of erythrocyte, leukocyte and platelet, also blood smear was performed from each of the samples using the Wright, Giemsa, and Panoptic Staining techniques, bright cresyl blue for reticulocytes, obtaining, as a result, the total leukocyte count: leukocytosis of 23% and leucopenia of 12%, in the leukocyte formula: neutropenia 4%, eosinopenia 28%, in the red series decreased values in erythrocytes 7%, hematocrit 5%, 3% hemoglobin, altered values: erythrocytes 26%, hematocrit 23%, hemoglobin 22%, normal secondary erythrocyte indices, 15% altered reticulocytes, platelets presented normal values, erythrocyte alterations: anisocytosis 11%, echinococcosis 41%, hypochromic 2%, Heinz body 3%, leukocyte alterations: 7% reactive lymphocyte, platelet abnormalities 1% platelet satellite, the comparison target showed normal values of leukocytes, erythrocytes and platelets without alterations in the smeared blood, concluding that the samples under study presented diminished and altered values in the different parameters and morphological alterations related to the time of occupational exposure, we recommend the use of N-95 masks according to the guidelines of the *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), intended to reduce user exposure to certain particles dispersed in the environment by increasing occupational biosecurity.

Keywords: <RED BLOOD CELLS>, <WHITE BLOOD CELLS>, <PLAQUETTES>, <HEMATOLOGICAL ALTERATIONS>, <HYDROCARBONS>, <BLOOD FROTIS>.



INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Desde la antigüedad uno de los mayores problemas mundiales responde a la contaminación ambiental, siendo el uso de sustancias químicas indispensable en la vida diaria para la fabricación de productos de uso rutinario como alimentos, ropa, muebles, juguetes, edificaciones, autos, entre otros utensilios de uso recurrente; sin embargo estas sustancias pueden llegar a generar toxicidad para la salud y el medio ambiente, los componentes más frecuentes de contaminación son las partículas suspendidas, los óxidos de nitrógeno, los metales pesados como el plomo y el mercurio, los compuestos halogenados como los bifenilos policlorinados (PCB), éteres difenílicos polibromados (PBDE), evidenciándose su efecto tóxico posterior al uso indiscriminado o con la presencia de accidentes ambientales a gran escala (León-Olea et al, 2012, p.396).

Adicionalmente se manifiesta que los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) junto a sus derivados se encuentran directamente relacionados con el aumento de la incidencia de varios tipos de cáncer en el ser humano, al encontrarse en todas partes ya sea procedentes de fuentes naturales o antropogénicas, por lo cual el individuo al encontrarse expuesto prolongadamente en la mayoría de casos por exposición laboral teniendo como principales vías de contaminación la vía respiratoria y dérmica, será capaz de generar cáncer cutáneo, cáncer broncogénico, cáncer de vejiga y en el sistema pluripotencial capaz de originar leucemia y linfoma (Mastandrea et al., 2005, pp.27-36).

Cabe mencionar que la exposición a sustancias tóxicas como el plomo conocido por el ser humano hace muchos años, es detectable en todas las fases del medio ambiente y los sistemas biológicos, los niveles de plomo en el medio ambiente han incrementado alrededor de 1000 veces en los últimos tres siglos como el resultado de las actividades diarias del ser humano, la principal vía de exposición de la población en general es la ingesta de comida, aire y en cuanto a la exposición ocupacional se da en los trabajadores de plantas de esmaltado, refinería, manufactura de baterías, plásticos y pinturas (Nava - Ruíz et al., 2011, p.141).

Considerando la afluencia vehicular de la ciudad de Ambato se evidencia a los despachadores o vendedores como personal en exposición laboral prolongada a cada uno de los componentes de los hidrocarburos relacionándolos directamente a los riesgos y las afectaciones que causa en la salud de los seres humanos, por ello se busca realizar la evaluación de las alteraciones citomorfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria de los trabajadores en contacto directo a los hidrocarburos derivados del petróleo en la ciudad de Ambato, considerando que son una

población vulnerable los despachadores como parte fundamental en el proceso de comercialización de estos productos, poseen una relación directa a los diferentes hidrocarburos presentando mayor riesgos o afectaciones en su salud debido a la manifestación de alteraciones hemáticas, leucocitarias y plaquetarias, que pueden afectar a largo o corto plazo dependiendo del tiempo de exposición laboral.

Justificación

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar las alteraciones citomorfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria de los trabajadores en contacto directo a los hidrocarburos derivados del petróleo en la ciudad de Ambato, individuos fundamentales en el proceso de despacho de los diferentes derivados del petróleo como gasolina súper, gasolina extra y diésel, escogiendo esta población al conocer que no existen investigaciones en este sector vulnerable perteneciente a la provincia de Tungurahua, mencionando la existencia de estudios en la ciudad de Quito que identificaron alteraciones hematológicas e inmunológicas en trabajadores de las diferentes estaciones de servicio en exposición continua a los componentes de la gasolina(Chávez y Poveda, 2016: p.17; Ordóñez, 2013: p.3).

A la gasolina se le define como una mezcla compleja de hidrocarburos con un intervalo de ebullición de 50° a 200°, predominando las parafinas perteneciente al grupo de hidrocarburos alifáticos, además posee entre sus de componentes hidrocarburos aromáticos como: benceno, tolueno, xileno y en cantidades menores naftaleno y antraceno, siendo considerados como tóxicos para la salud debido a su volatilidad y por lo cual su fácil inhalación y absorción, mencionando también que en tiempos antiguos se agregaba tetraetilo de plomo a las gasolinas con la finalidad de eliminar el estallido o detonación en los motores de combustión interna siendo capaz de absorberse a través de la piel y el tracto respiratorio(Matós, 2002: p.1; Hamilton, Reznikoff y Burnbam, 1993: p.520).

Según la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), en la ciudad de Ambato existen una totalidad de 20 gasolineras en funcionamiento hasta el año 2015, manifestando esta entidad gubernamental que los hidrocarburos expendidos en las diferentes estaciones de servicio del país presentan plomo no detectable de acuerdo a la normativa NTE INEN 935 de la última revisión realizada en el año 2016(ARCH, 2015: p. 1; NTE INEN 935, 2016: p.3).

Por lo tanto al ser el benceno uno de los componentes de los derivados de los hidrocarburos considerado peligroso para la salud inclusive a bajas concentraciones, en la operación de repostar la gasolina en las diferentes estaciones de servicio acompañado de la temperatura ambiente en

conjunto al volumen de gasolina dispensada, es capaz aumentar notablemente los niveles ambientales de hidrocarburos aromáticos y al mismo tiempo el incremento de riesgo de exposición laboral de los trabajadores (Pacheco y Franco, 2018: p.28).

Presenta como principales rutas de exposición ocupacional a través de la inhalación, ingestión y el contacto dérmico, iniciando su metabolismo en el hígado con la oxidación del mediante el citocromo P450E1, dando lugar al fenol que se convierte enzimáticamente a catecol dando lugar a la apertura de su anillo que se transforma en trans, transmuconaldehído y luego en ácido trans, transmucónico (AttM), al igual el fenol puede ser hidrolizado a benzoquinonas (1,4-benzoquinona), siendo estos dos metabolitos los relacionados con la inhibición de la eritropoyesis a través de procesos vinculados a interacciones con especies reactivas de oxígeno, además manifestándose cambios en el número de células producidas en la médula ósea, cambios en los diferentes parámetros hematológicos, alteraciones genéticas y daños a nivel hepático y renal (Pacheco y Franco, 2018: p.28; Romero, et al., 2017: p.365).

La investigación conto con la colaboración y autorización de las diversas estaciones de servicios en la ciudad de Ambato, para la recolección de muestras sanguíneas de cada uno de sus empleados, brindando una campaña de salud de prevención y generar el aporte de la academia con la sociedad con la finalidad de obtener un vínculo con la comunidad, se contó con la disponibilidad del laboratorio de Análisis Clínico de la Facultad de Ciencias, el cual posee los instrumentos, equipos y materiales necesarios que fue parte fundamental en el desarrollo del estudio, que usara como técnica el frotis de sangre periférica complementado con tinción Wright, Giemsa, Panóptico para la observación morfológica, azul cresil brillante para la observación de reticulocitos, por tanto el análisis sanguíneo de cada una de las muestras adquiridas de los individuos participes del estudio tuvieron resultados confiables.

El estudio fue supervisado y respaldado por la tutora y el grupo de investigación de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH (LEISHPAREC), siendo cada uno de estos profesionales los que aportaron con sus conocimientos en el área clínica, permitiendo así la factibilidad de la investigación, por parte de la institución se contó con bases bibliográficas actualizadas que contribuyen a la comparación de los datos obtenidos, finalmente el costo del proyecto de investigación fue cubierto parcialmente por el grupo de investigación y la parte restante por la tesista.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar las alteraciones citomorfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria de los trabajadores en contacto directo a los hidrocarburos derivados del petróleo en la ciudad de Ambato

Objetivos Específicos

- Estimar los antecedentes de los pacientes a través de la realización de una encuesta a cada uno de los individuos en estudio.
- Analizar las muestras sanguíneas a través de frotis de sangre periférica con la finalidad de detectar alteraciones citomorfológicas en glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.
- Comparar las técnicas de tinción Wright, Giemsa y Panóptico para verificar las alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.
- Observar el porcentaje de reticulocitos en el frotis sanguíneo con azul de cresil brillante, evidenciándose la capacidad de regeneración de eritrocitos en la medula ósea.
- Comparar los resultados obtenidos de la población en estudio con los resultados del grupo control de otro ámbito laboral equivalente al 10% de la población de estudio.
- Capacitar a la población en estudio a través de charlas y la entrega de trípticos acerca de la importancia del cuidado a la exposición a derivados de petróleo y la seguridad laboral.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

En la actualidad se conoce gran cantidad de compuestos químicos capaces de generar problemas de salud en los trabajadores debido a la exposición ocupacional, dependiendo directamente del ámbito laboral en el que se encuentren relacionados, siendo preocupante la exposición a los hidrocarburos y sus derivados debido al procesamiento de cada uno de los subproductos que entre sus componentes poseen hidrocarburos alifáticos y aromáticos que hasta en mínimas concentraciones afectan al organismo, manifestándose con el aumento de la incidencia de problemas oncológicos y de alteraciones hematológicas en el ser humano, su función perjudicial es desconocida en mucho de los casos por el personal de las diferentes entidades, por ello a continuación mencionamos varias investigaciones que se han realizado en individuos con exposición laboral a compuestos tóxicos.

En la Amazonia ecuatoriana realizaron un estudio con el objetivo de investigar las condiciones ambientales y el estado de salud de las mujeres que viven en comunidades rurales rodeadas de pozos y estaciones de petróleo, aplicaron un diseño transversal comparativo, donde analizaron muestras de agua de los ríos locales para determinar el contenido de hidrocarburos totales y proporcionando un cuestionario estructurado a cada cabeza de la familia, incluyendo en el estudio a 368 participantes expuestos y 291 individuos no expuestos, obtuvieron como resultados en los ríos de las comunidades valores superiores al límite aceptado para el consumo humano, además la sintomatología de cada uno de los participantes expuestos como dolor de cabeza, irritación ocular, dolor de oídos, diarrea, gastritis relacionándose directamente con la toxicidad causada por el petróleo y sugiriendo la necesidad urgente de establecer un adecuado programa de remediación y control ambiental evitando un riesgo inaceptable en la salud de los habitantes (San Sebastián, Armstrong y Stephens, 2001, p.375).

En Argentina realizaron un estudio en una refinería de petróleo con el objetivo de investigar la hipertransaminasemia correlacionando con la exposición a hidrocarburos y sus derivados, para lo que se revisaron historias clínicas obteniendo una muestra de 167 empleados de los cuales 95 pertenecieron a los individuos expuestos y los 72 restantes a individuos no expuestos laboralmente, consideraron como criterio de inclusión: edad, sexo, antigüedad laboral, índice de masa corporal y las respectivas pruebas bioquímicas; obteniendo como resultados 24 individuos

del grupo expuesto y 1 del grupo no expuesto con hipertransaminasemia, en referencia a las pruebas adicionales no mostraron diferencias entre la comparación grupal (Pérez, et al., 2006, p.334).

En México realizaron una investigación de tipo transversal analítico que estudio a 97 individuos de una empresa de pinturas elegidos de las áreas con mayor exposición a benceno, tolueno y xileno, considerando los de mayor antigüedad laboral, iniciando a través de un cuestionario con la finalidad de recolectar datos sobre edad, antigüedad laboral, antecedentes de tabaquismo, consumo de alcohol y uso de inhalantes, procediendo a realizarles una biometría hemática convencional, donde obtuvieron como resultados que el 19,6% presento macrocitosis, 18,6% linfocitopenia, 10,3% hipocromía, 7,2% trombocitopenia y finalmente el 5,2% leucopenia, por tanto concluyeron que los componentes citohemáticos analizados mostraron leves cambios que podrían estar asociados a la exposición prolongada de la mezcla de benceno, tolueno y xileno (Haro et al., 2012; pp.181-187).

Estudio realizado en el estado de Yaracuy, en 10 gasolineras del municipio de San Felipe con una población conformada por 42 trabajadores en exposición y 31 individuos como un grupo de referencia pertenecientes a un ámbito laboral excluido del contacto con solventes orgánicos, determinaciones mediante un biomarcador con la técnica de cromatografía líquida de alta eficiencia en orina junto a los parámetros bioquímicos y hematológicos a través de la extracción de suero y sangre completa, donde obtuvieron resultados de un evidente aumento de los valores de t, t-MA (ácido trans, trans-mucónico) en los individuos expuesto, pero sin alteraciones hepáticas, renales y hematológicas (Negrín et al., 2014, pp.121-128).

En Venezuela realizan una investigación de tipo descriptiva, correlacional, transversal, de campo, con un diseño no experimental, constituido por una población de 5 estaciones, donde participaron 60 individuos expuestos y 40 no expuestos, valorando niveles de benceno urinario, estrés oxidativo, perfil hematológico, hepático y renal, concluyendo que obtuvieron valores elevados de Benceno Urinario (BU) y malondialdehído (MDA) en los individuos expuestos considerando el tiempo y relacionando a su ocupación, los parámetros hematológicos, hepáticos y renales se mantuvieron dentro de los valores de referencia con una tendencia a aumentar, relacionado el MDA con la vitamina C al ser inversamente proporcionales se sugiere mantener niveles óptimos de antioxidantes en los individuos para contrarrestar los efectos tóxicos de la exposición al benceno (Torres, Aular y Fernández, 2017, pp.57-68).

En el 2013 en Ecuador realizaron un estudio que evaluó la correlación entre las alteraciones hematológicas con la exposición crónica a benceno de los trabajadores con el cargo de despachadores de gasolina, a través de la biometría hemática y la medida de fenoles en orina, al

ser los fenoles finales del benceno los responsables del daño a la médula ósea donde se produce la hematopoyesis que da lugar a los diferentes grupos celulares, obtuvieron como resultados que existió una relación entre el tiempo de exposición y la afección celular, la más común leucopenia sumada a macrocitosis e hipocromía, los niveles fenoles en orina no supero el valor límite, proponiendo a los médicos ocupacionales en estudios de casos y controles de los trabajadores afectados (Ordóñez, 2013: p.8).

En la provincia de Pichincha realizaron un estudio observacional de tipo transversal enfocado en la descripción y reporte de frecuencias de las posibles alteraciones hematológicas y en el sistema inmune de los despachadores de combustible, analizaron 61 muestras sanguíneas que cumplieron con los criterios de inclusión y la firma del consentimiento informado, a través de una biometría hemática automatizada y estudio de placa de sangre periférica, cuantificación sérica de inmunoglobulinas IgG e IgA por nefelometría cinética y un ensayo para evaluar la capacidad fagocítica de células Polimorfos nucleares (PMN) aisladas, obteniendo como resultados 32,8% neutropenia, 19,7% linfocitosis, 14,8% basofilia, 23% hematocrito alto, 32,8% altas concentraciones de hemoglobina, en la lectura de placa sanguínea 39,3% hipersegmentados, 47,5% linfocitos con granulaciones citoplasmáticas, en la serie roja 67,2% poiquilocitosis, en la Inmunoglobulina G (IgG) e Inmunoglobulina A (IgA) el 23% y 29,5% tenían valores elevados o muy cercanos al límite de referencia, el 59% presenta actividad fagocítica de neutrófilos disminuida frente a *Staphylococcus aureus*, concluyendo que si existe modulación en el sistema inmune y hematológico de los despachadores de gasolina (Chávez y Poveda, 2016: p.6).

1.2. Hidrocarburos

1.2.1. El petróleo

Actualmente el petróleo es considerado una fuente principal de energía no renovable, caracterizado por ser un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, proviene del latín *petroleum*, teniendo como composición diferentes hidrocarburos entre ellos compuestos como carbono e hidrógeno y entre otros compuestos oxigenados, nitrogenados añadiendo elementos como el azufre, níquel y vanadio (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

1.2.1.1. Composición química

Está compuesto principalmente por carbono e hidrógeno, en un equivalente 83 - 87% de carbono y de 11 – 14% de hidrógeno, además posee abundantes impurezas de compuestos orgánicos como el azufre, oxígeno, nitrógeno, mercaptanos, Dióxido de azufre SO₂, H₂S, alcoholes mezclados,

agua salada puede ser libre o emulsionada, sales minerales como cloruros y sulfatos de calcio, magnesio y hierro, a caracterización del petróleo dependerá de las diferentes propiedades de acuerdo al número de átomos de carbono y la estructura de los hidrocarburos, determinando su respectivo comportamiento ya sea como combustibles, lubricantes, ceras o solventes (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

1.2.2. Gasolina motor regular

Combustible inflamable proveniente a partir de naftas a través del proceso de destilación, ruptura catalítica o alquilación, los cuales deben ser usados únicamente en motores de combustión interna para lo cual son tratados con compuestos químicos para eliminar los compuestos azufrados como sulfuros y mercaptanos responsables de la corrosión y la herrumbre (Trujillo, 2010: p.21).

1.2.3. Gasolina motor extra

Producto inflamable derivado del petróleo, preparado a partir de mezclas de naftas de alto octanaje obtenidas mediante polimerización y la ruptura catalítica, tratadas con compuestos químicos para eliminar el azufre, añadiéndole inhibidores y aditivos para evitar la herrumbre, corrosión y la formación de gomas, combustible utilizado en motores de gasolina de alta relación de compresión (Trujillo, 2010: p.23).

1.2.4. Diésel

Producto de destilado medio conocido también como Aceite Combustible para Motores (ACPM), obtenido mediante el fraccionamiento o destilación primaria del petróleo crudo, es utilizado en motores diésel de equipos pesados como automóviles diseñados bajo especificaciones de tipo y compresibilidad del motor (Trujillo, 2010: p.31).

1.3. Componentes de los hidrocarburos

1.3.1. Benceno

Hidrocarburo aromático líquido, volátil, incoloro, inflamable, presenta olor aromático dulce, la primera vez fue obtenido del alquitrán de hulla en el año de 1800, actualmente es obtenido por destilación fraccionada de las naftas de petróleo mediante el proceso de reformación catalítica, adicionalmente en menor proporción proviene del ambiente como consecuencia de actividades humanas, siendo usado en la industria para la fabricación de estireno, cumeno y ciclo hexano (Trujillo, 2010: p.34; Andrinolo y Sedan, 2019: p.229).

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos el benceno es clasificado como un carcinógeno humano conocido de Categoría A de acuerdo a las pautas de evaluación, manifestando así su toxicidad por todas las vías de administración presentando hematotoxicidad e inmunotoxicidad reportándose constantemente a través de los indicadores más sensibles de toxicidad oncológica en seres humanos y animales de experimentación, estos efectos han sido el objeto de varias revisiones, la médula ósea es el órgano diana que ha presentado mayor deterioro progresivo de la función hematopoyética manifestándose anemia, leucopenia, linfocitopenia, trombocitopenia, pancitopenia y anemia aplásica como resultado de la exposición prolongada a benceno (EPA, 2017).

1.3.1.1. Toxicocinética

El benceno será capaz de distribuirse por las vía respiratoria y digestiva, una vez absorbido dará lugar a su metabolización en el hígado y la medula ósea a través del citocromo P450 conduciendo inicialmente a la formación del epóxido del benceno, reteniendo un promedio del 30 – 80% en el organismo, continuando en la formación de dos rutas distintas, la primera involucra el cambio en los grupos funcionales del anillo bencénico y otra produciendo la apertura del anillo resultando ambas vías de la formación de metabolitos tóxicos, el resto de su forma original se excreta a través de la vía respiratoria y los metabolitos a través de la orina (Andrinolo y Sedan, 2019: p.230).

1.3.1.2. Mecanismo de acción

Al ser muy liposoluble se acumula con gran facilidad en el tejido graso, incluyendo la medula ósea y el Sistema Nervioso Central, el epóxido del benceno al ser altamente reactivo es capaz de unirse covalentemente a glutatión, proteínas, ADN y ARN impactando su estado redox y la estructura de las macromoléculas, generando alteraciones funcionales en las células hematopoyéticas generando la inhibición de enzimas, destrucción de ciertas células y alteraciones en el desarrollo y crecimiento de otras líneas celulares (Andrinolo y Sedan, 2019: p.232).

1.3.2. Tolueno

Compuesto aromático, líquido, volátil obtenido a través de la reformación catalítica, proceso por el cual obtiene alto nivel de pureza, mediante la aromatización de los hidrocarburos alifáticos y como subproducto de los hornos de coque, además en algunos casos es utilizado como antidetonante en las naftas con la finalidad de incrementar el índice de octanos, entre sus características es poco soluble en agua, pero capaz de mezclarse fácilmente con alcohol, éter,

cloroformo, acetona, ácido acético y di sulfuro de carbono (Trujillo, 2010: p.35; Andrinolo y Sedan, 2019: p.237).

1.3.2.1. Toxicocinética

El tolueno es absorbido a través de la vía respiratoria, vía cutánea produciéndose esta última al entrar en contacto la piel con la forma líquida del tolueno, se distribuye rápidamente por todo el organismo dando lugar a su metabolización en el hígado a través del citocromo P450 realizando la oxidación de la cadena lateral siendo el alcohol deshidrogenasa y el aldehído deshidrogenasa el encargado de dar lugar al ácido benzoico el cual se transforma en ácido hipúrico, evidenciándose su distribución con mayor afinidad por el tejido adiposo, médula ósea, glándulas suprarrenales, riñones, hígado, cerebro y sangre, finalmente será excretado por los pulmones y sus metabolitos tóxicos a través de la orina (Mercado, 2004: p.52; Andrinolo y Sedan, 2019: p.239).

1.3.2.2. Mecanismo de acción

El tolueno actúa en el sistema dopaminérgico generando en el tejido estriado un aumento de dopamina, además actúa como agonista de los receptores de glicina, serotonina y GABA, al ser receptores de los canales iónicos conducen a la despolarización de la célula y la inhibición, además presenta efectos antagonistas sobre los receptores nicotínicos y receptores de glutamato produciendo excitabilidad por lo tanto la inhibición de la activación de los canales genera respuestas de carácter inhibitorio (Andrinolo y Sedan, 2019: p.239).

1.3.3. Xileno

El xileno o también conocido como xilol es un hidrocarburo aromático, isómeros del dimetilbenceno, obtenidos a través de la destilación fraccionada de concentrados aromáticos extraídos de las naftas catalíticas reformadas, a temperatura ambiente son líquidos incoloros de olor dulce, poco volátiles, en concentraciones del orden de 1 ppm son muy perceptibles, miscibles en alcohol éter y otros disolventes orgánicos comunes y casi insolubles en agua (Trujillo, 2010: p.36; Arana et al., 2010: p.246).

De acuerdo a la identificación se ha distinguido tres isómeros del xileno dependiendo de la posición relativa de los grupos metilo en el anillo de benceno: orto-xileno o 1,2-dimetilbenceno, meta-xileno o 1,3-dimetilbenceno y para-xileno o 1,4-dimetilbenceno, considerando que el producto comercial que genéricamente se conoce como xileno estará constituido por una mezcla de 60 – 70% de meta-xileno, 10 – 25% de para-xileno, 10 – 20% de orto xileno, 6-10% de etilbenceno, incluyendo otros hidrocarburos en pequeñas cantidades (Arana et al., 2010: p.246).

1.3.3.1. Toxicocinética

La exposición prolongada al xileno y debido a sus propiedades lipófilas su absorción puede darse por vía digestiva, inhalatoria y dérmica, a nivel pulmonar ocurre una retención del 60 – 65% de la cantidad inhalada, valor que varía de acuerdo a la ventilación pulmonar, una vez en el organismo su distribución en la sangre y los diferentes tejidos puede alcanzarse en un alrededor de 6 horas a excepción de los tejidos adiposos que tardara días, el 95% de xileno absorbido se oxida en el hígado dando lugar de un grupo metilo a un ácido metilbenzónico siendo conjugado por la glicina y formándose el ácido metilhipúrico, para eliminarse por orina un 90 – 95%, la parte restante se eliminara por la vía respiratoria (Arana et al., 2010: p.253).

1.3.3.2. Mecanismo de acción

El xileno es considerado un narcótico indicando que ninguno de sus isómeros es significativamente más potente, presentando una toxicidad aguda similar a la del benceno al ser inhalado afecta directamente al sistema nervioso central produciendo síntomas como cefalea, fatiga mareo, temblores, disnea, náuseas y vómitos, en la piel capaz de producir dermatitis irritativa, al ser una toxicidad crónica puede producir alteraciones hepáticas, renales, pulmonares, cardíacas (Arana et al., 2010: pp.252-253).

La exposición a concentraciones de 100 ppm por un lapso máximo de 30 minutos produce ligera irritabilidad en las vías respiratorias altas, con valores por encima de 200 ppm puede manifestar irritación de las mucosas oculares, con valores de exposición de 300 ppm puede evidenciarse la afectación en el equilibrio, la visión y el tiempo de reacción a cualquier estímulo, finalmente la exposición a 700 ppm por un lapso de 60 minutos o mayor tiempo puede causar cefalea, mareo y náuseas (Arana et al., 2010: pp.250-251).

1.4. El plomo

El plomo es considerado un metal tóxico que puede presentarse en la corteza terrestre de forma natural, su uso inadecuado ha generado gran contaminación ambiental con afectaciones en la salud de los seres humanos siendo que se distribuye por el organismo alcanzando cerebro, hígado, riñones y huesos, las principales vías de contaminación ambiental destacan la minería, metalurgia, reciclaje, pinturas y gasolinas con plomo, así mismo como el uso de baterías fabricadas por plomo – ácido, en los adultos el plomo puede causar daños permanentes como el aumento del riesgo de sufrir hipertensión arterial y lesiones a nivel renal (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Metal pesado ubicuo, grisáceo, maleable y blando obtenido por la fundición o refinamiento de las minas o del reciclamiento de los materiales de desecho, uno de los primeros que fueron usados por los hombres, actualmente se pueden encontrar tanto en el ambiente urbano como rural, sus principales fuentes de exposición son el ámbito ocupacional, ambiental, exceso de sustancias entre otras causas, además el tetrametilo de plomo es utilizado como aditivo antidetonante de gasolinas con la finalidad de evitar accidentes laborales (Ramírez, 2005, p.58; Valdivia, 2005, p.22).

Tabla 1-1: Fuentes de exposición al plomo

Ocupacional	Ambiental	Exceso de sustancias	Otras
<ul style="list-style-type: none"> • Fontanería • Plomería • Soldadores • Industria cerámica • Manufactura de vidrio • Manufactura de plásticos • Manufactura de baterías • Cortadores de metal 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas pintadas con pinturas de plomo • Gasolinas con plomo • Agua potable contaminada • Polvos de suelos cercanos como fundiciones, autovías, grifos de venta de gasolinas con plomo • Aditivos antidetonantes de gasolinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancias estupefacientes como marihuana, cocaína, meta-anfetamina • Despachadores de gasolina 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerámica glaseada • Proyectiles alojados en el cuerpo • Suplementos vitamínicos

Fuente:(Ramírez, 2005, pp.58-60; Valdivia, 2005, p.22).

Realizado por: Tatiana Paguay, 2019

1.4.1. Toxicocinética

El plomo puede ser absorbido e inhalado a través del sistema respiratorio o mediante el trato gastrointestinal, siendo que la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero en el caso del plomo orgánico es absorbido con facilidad por esta vía, una vez dentro del organismo es absorbido activamente proceso que dependerá fundamentalmente del estado nutricional, edad, transito gastrointestinal, forma y tamaño, existirá mayor cantidad de plomo absorbido en caso de que las partículas sean pequeñas, en deficiencia de hierro o calcio, en elevada ingesta de grasas o una inadecuado consumo de calorías (Valdivia, 2005, p.23).

Actualmente se conoce que el plomo puede estar presente en al menos en cuatro compartimentos como son: compartimento de intercambio rápido que es la sangre; compartimento de recambio

medio como la piel, órganos internos blandos y músculos; compartimiento de recambio lentos siendo la fracción intercambiable de plomo de huesos planos y diáfisis de huesos largos; compartimentos de recambio muy lento donde se ubicarán los extremos de huesos largos (Ramírez, 2005, pp.58-60).

El metabolismo del plomo es complejo al ser su forma inorgánica capaz de ser absorbido por la vía respiratoria y gastrointestinal y la forma orgánica absorbida por la piel, desde el ámbito ocupacional la vía de absorción más importante es la respiratoria, teniendo una condición desfavorable para el organismo puesto que el plomo posee gran afinidad por los eritrocitos, siendo que el 95% de la fracción circulante se unen a los mismos, siendo la membrana celular el primer lugar de fijación y a partir de la cual la sangre será capaz de depositar en los diferentes tejidos considerando el gradiente de concentración y su afinidad específica a cada órgano, la “*carga corporal de plomo*” (CCP) indicara la cantidad total de plomo presente en el organismo del individuo en un momento determinado (Ramírez, 2005, pp.58-60).

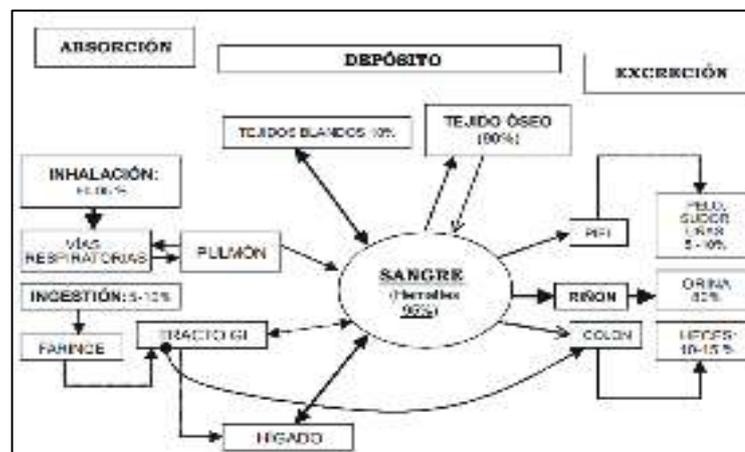


Figura 1-1: Modelo metabólico del plomo en el ser humano

Fuente: (Ramírez, 2005, p.60).

La excreción puede realizarse por diferentes vías pero en referencia a la toxicología del plomo las de mayor importancia es la vía gastrointestinal y la renal siendo esta última la encargada de la filtración glomerular expulsando hasta un 90% a través de la orina y la parte restante a mediante la bilis, células epiteliales descamadas, dientes, pelo, uñas, sudor (Ramírez, 2005, pp.58-60; Valdivia, 2005, p.23).

1.4.2. Mecanismo de acción

El plomo presenta un mecanismo de acción complejo pues interfiere en el metabolismo del calcio con mayor afinidad al encontrarse en concentraciones bajas, además es capaz de alterar por diversas formas entre ellas reemplaza al calcio comportándose como segundo mensajero intracelular dando lugar a la alteración de la distribución del calcio dentro de la célula a través de

sus compartimentos, es capaz de activar la proteinquinasa C que es conocida como una enzima dependiente del calcio y capaz de intervenir en diversos procesos intracelulares, se une a la calmodulina que actúa como una importante proteína reguladora y finalmente es capaz de inhibir la bomba de Na-K-ATPasa dando lugar al aumento del calcio intracelular, siendo estos procesos el desencadenamiento de la alteración de la neurotransmisión y el tono vascular explicando así la hipertensión y la neurotoxicidad que produce en exposición laboral prolongada(Valdivia, 2005, p.24).

Además el plomo posee gran afinidad por los grupos sulfhidrilo especialmente por las enzimas dependiente de zinc, manifestando que los órganos más vulnerables a su toxicidad son el sistema nervioso central, el riñón y el sistema hematopoyético pues interfiere en la síntesis del grupo hemo través de la unión de los grupos sulfhidrilos de las metaloenzimas de la aminolevulínico deshidratasa, coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa dando lugar al incremento de las protoporfirinas que dará lugar a la presencia de anemia en el individuo(Valdivia, 2005, p.24).

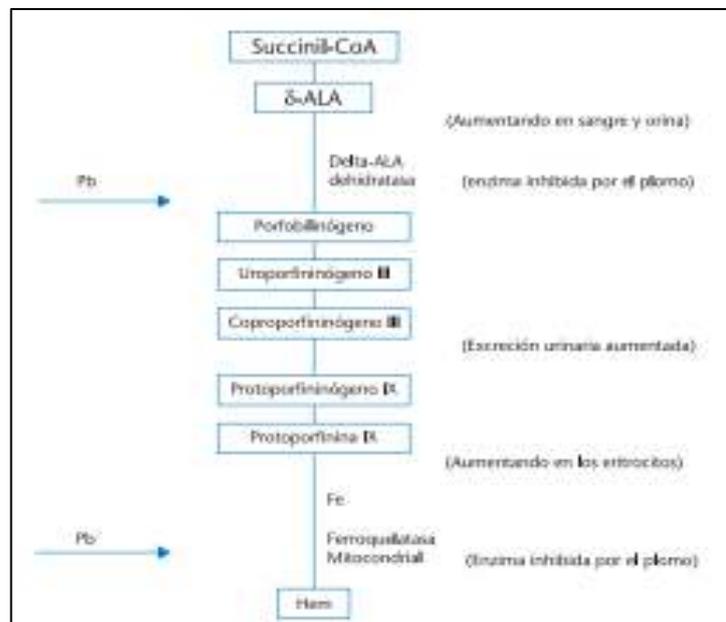


Figura 2-1: Efectos del plomo en la síntesis del Hem

Fuente: (Valdivia, 2005, p.24).

1.5. Sangre

La sangre o también conocida como tejido sanguíneo, es un líquido complejo que recorre todas las zonas del cuerpo humano a través de los vasos sanguíneos, con excepción de cartílagos y corneas, con la finalidad de transportar alimentos y oxígeno a los tejidos, también expulsar los productos de desecho, su coloración puede variar de color púrpura o rojo oscuro en caso de ser sangre venosa a un color rojo brillante al ser sangre arterial relacionada directamente a su oxigenación, considerada un líquido poco alcalino con un pH aproximada de 7,4 (Le Vay, 2015: pp.247-.253).

1.5.1. Volumen sanguíneo

En adultos el volumen total de sangre es aproximadamente de 4 - 5 litros, siendo el equivalente del 6-8% de masa corporal del individuo, valores que varían de acuerdo al peso, sexo, grado de actividad física y otras condiciones propias del ser humano(Ramón, 2014: p.2).

1.5.2. Composición

La sangre consta del plasma sanguíneo equivalente al 55% siendo este un líquido claro, amarillento y pálido que contiene un aproximado de 10% de su totalidad entre sólidos y sales entre las cuales encontramos cloruro sódico, bicarbonato sódico, fosfatos, potasio y compuestos representativos de los diferentes alimentos consumidos como son glucosa, urea, aminoácidos, ácidos grasos entre otros, las proteínas contenidas en el plasma como el fibrinógeno se encarga de la coagulación, la albumina y la globulina encargadas de mantener la presión osmótica, su parte sólida corresponde a las células sanguíneas que posee tres tipos de células como son glóbulos rojos equivalente al 45%, glóbulos blancos equivalente al 3% y finalmente de plaquetas correspondiente al 1% (Le Vay, 2015: p.247; Galindo, 2008: p. 26).

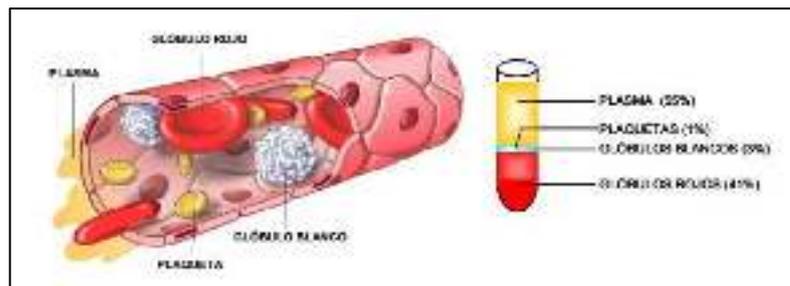


Figura 3-1: Elementos de la sangre

Fuente: Galindo, 2008: p.26

1.5.3. Funciones

La sangre puede cumplir con diversas funciones entre ellas tenemos las siguientes:

- Es capaz de transportar el oxígeno desde los pulmones hacia el resto del organismo, usando como vehículo la hemoglobina contenida en los eritrocitos
- Encargado del transporte del anhídrido carbónico desde las células de las diferentes partes del cuerpo hasta los pulmones
- Transporta nutrientes del plasma sanguíneo entre los cuales tiene glucosa, aminoácidos, lípidos, sales minerales procedentes del hígado
- Transmite mensajes químicos como son las hormonas

- Actúa como mecanismo de defensa a través de los leucocitos ante infecciones, responden a inflamaciones
- Encargado de la coagulación y hemostasia de la sangre gracias al aporte de las plaquetas y los factores de coagulación
- El sistema inmunitario actúa rechazando el trasplante de órganos ajenos y alergia (Loja, Gualán y Molina, 2012: p.2).

1.5.4. Hematopoyesis

Proceso biológico que da lugar a la formación de células sanguíneas como son: eritrocitos con una vida media de 120 días, leucocitos su vida media varía según su tipo, los granulocitos tras 8 - 10 horas en medio circulatorio migran a los tejidos donde sobreviven un aproximado de 1 a 2 días, a diferencia de los linfocitos que son capaces de sobrevivir un tiempo más prolongado y finalmente las plaquetas con una vida media de 8 – 10 días, el ser humano tiene diferentes localizaciones anatómicas a lo largo del desarrollo embrionario, iniciándose en las primeras semanas de gestación en el saco vitelino junto a agregados de células madre formando islotes sanguíneos, continuando entre el segundo y séptimo mes en el hígado, bazo, timo y ganglios linfáticos, a partir del séptimo mes la médula ósea será el órgano hematopoyético hasta el nacimiento (García y Moraleda, 2017: p.15).

Una vez dado el nacimiento del individuo la médula ósea roja o también conocida como tejido hematopoyético activo se encarga de rellenar las cavidades de todos los huesos, que entre los 5 y 20 años del individuos irán perdiendo su capacidad de producir células sanguíneas, a partir de los 20 años el tejido hematopoyético se reducirá únicamente a vertebras, esternón, costillas y pelvis, sin embargo el bazo y el hígado mantendrán su capacidad recolectora para así dar lugar a la regeneración de las células sanguíneas, en presencia de patologías únicamente será capaz de reasumir sus funciones hematopoyéticas dando lugar a la denominada hematopoyesis extramedular (García y Moraleda, 2017: p.16).

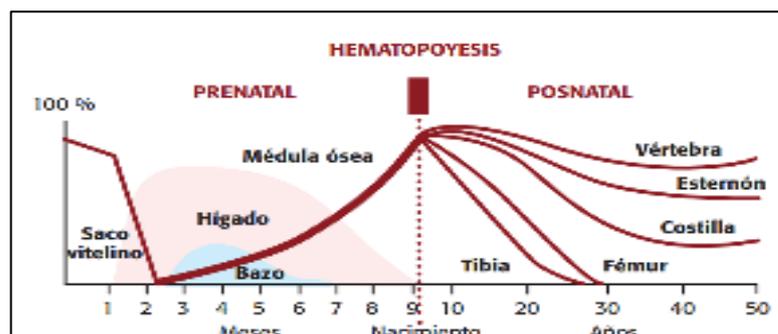


Figura 4-1: Localización de la hematopoyesis en el ser humano

Fuente: García y Moraleda, 2017: p.16

A partir de las células madre o también conocida como *stem cell*, se define la capacidad de autorrenovación con la finalidad de dar origen a otras células madre y lograr la diferenciación de uno o varios linajes, existiendo actualmente tres grupos de células madres:

- Célula madre totipotencial con la capacidad de producir cualquier célula del cuerpo donde se incluyen los tejidos extraembrionarios (García y Moraleda, 2017: p.17).
- Célula madre pluripotencial con la capacidad de producir células de cualquiera de las capas germinales como son: endodermo, mesodermo y ectodermo, recalando que puede ser originario de cualquier célula fetal o adulta, sin tener potencial para producir tejido extraembrionario como la placenta (García y Moraleda, 2017: p.17).
- Célula madre multipotencial o unipotencial tiene la capacidad de producir células específicas a partir de una misma capa germinal, encontrándose en los tejidos en pequeña proporción, reemplazando a las células destruidas, la célula madre multipotencial es la encargada de dar origen a todas las células sanguíneas y a las células del sistema inmune, manteniendo la hematopoyesis a lo largo de la vida del individuo (García y Moraleda, 2017: p.17).

1.5.4.1. Células madre hematopoyética, multipotencial o unipotencial

Sistema hematopoyético que tiene como función esencial eliminar de la circulación sanguínea las células defectuosas o las que han cumplido con su vida media, siendo reemplazadas por nuevas células, conformando el sistema unipotencial por células de diferentes regiones del organismo como es: la sangre, medula ósea y el sistema linfóide (Domínguez, Romero, y Rodríguez, 2015: p.30).

A partir de una célula madre hematopoyética (CMH) tiene 3 funciones: 1) capacidad de generar células madres hematopoyéticas nuevas, idénticas a sus predecesoras con la finalidad de mantener la simetría en el procesos de división manifestando que la CMH es auto-renovable; 2) posee potencial proliferativo elevado al ser capaces de dividirse y dar origen a un gran número de células maduras a lo largo de la vida; 3) ser multipotentes con la capacidad de generar linajes sanguíneos divididos en tres grupos: la línea roja que produce eritrocitos; línea blanca que produce células mieloides como basófilos, eosinófilos, neutrófilos, mastocitos, monocitos y macrófagos y células linfoides como linfocitos B y T; como ultimo la línea trombocítica que da origen a megacariocitos y plaquetas (Domínguez, Romero, y Rodríguez, 2015: p.30).

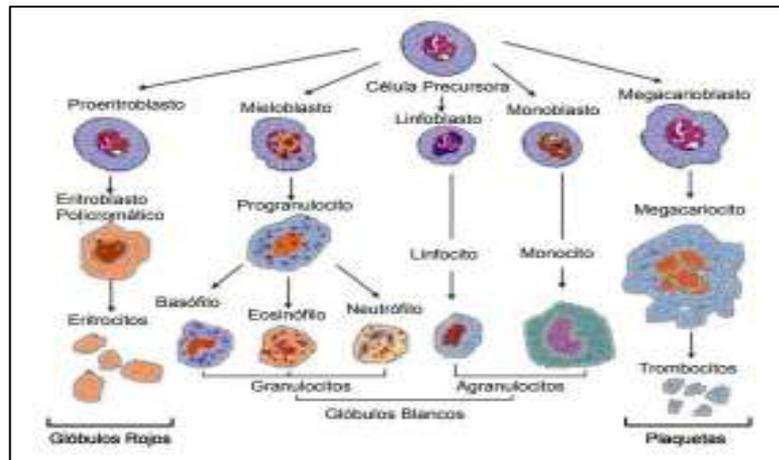


Figura 5-1: Hematopoyesis

Fuente: Galindo, 2008: p.28

1.6. Glóbulos Rojos

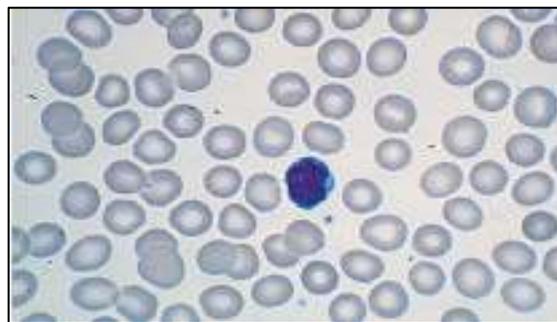


Figura 6-1: Frotis sanguíneo normal

Fuente: (Longo, 2019)

Los glóbulos rojos o también conocidos como eritrocitos son los más numerosos, con una aproximado de 5 millones y medio por milímetro cúbico, definiéndolas como células sin núcleo, discos bicóncavos que contienen hemoglobina que está formada por una proteína “globina” y una agrupación química “hem” la cual contendrá hierro siendo responsable de la coloración de este tipo de célula, además se encargara del transporte del oxígeno a los tejidos, poseen un tiempo de vida media de 120 días aproximadamente (Le Vay, 2015: p.248).

Considerado de los elementos más abundantes, muy pequeños con una tamaño de 6 – 8 micras de diámetro, el volumen en el individuo puede variar de acuerdo a la edad, sexo, actividad física, alimentación, entre otros, su principal función consiste en transportar oxígeno que recorre desde los pulmones hacia todas las células del cuerpo humano, muy elásticos con la capacidad y facilidad de atravesar los diferentes vasos sanguíneos (venas, arterias y capilares) (Gutiérrez, 2004: p.211).

Poseen como principal función transportar oxígeno y anhídrido carbónico entre los diferentes tejidos y los pulmones del cuerpo humano, su cantidad puede incrementar en individuos que habitan en grandes altitudes debido a la menor concentración de oxígeno, consideran que contiene 450 mg/ml de hemoglobina, siendo una proteína globular formada por cuatro cadenas polipeptídicas unidas a un grupo *hemo* y con un átomo central de hierro, capaz de combinarse con el oxígeno y el anhídrido carbónico, además la hemoglobina una vez situada en los pulmones se une con el oxígeno formando oxihemoglobina siendo posible el transporte de 1 billón de moléculas de oxígeno, unido al anhídrido carbónico forma carbaminohemoglobina (Megías, Molist y Pombal, 2018: pp.4-8).

1.6.1. Hemoglobina

La hemoglobina representa la cantidad de proteína por unidad de volumen, valor de referencia para el diagnóstico de anemia, los valores normales dependerán de edad, sexo, alimentación, lugar de hábitat (Ruiz, 2009: p.13).

1.6.2. Hematocrito

El hematocrito representa la proporción de eritrocitos de la sangre total, sus valores serán representados en porcentaje, dependiendo del sexo, edad, y altitud del sitio de residencia (Ruiz, 2009: p.14).

1.6.3. Numero de glóbulos rojos

El número de glóbulos rojos en el cuerpo humano es de millones por microlitros, su valor también estará relacionado en cuanto a sexo, edad, alimentación y altitud de residencia (Ruiz, 2009: p.14).

1.6.4. Volumen corpuscular medio (VCM)

Índice hemático que permite diferenciar la anemia microcítica de la macrocítica, considerado de gran confiabilidad al usar citómetros de flujo (Ruiz, 2009: p.14).

1.6.5. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Índice eritrocitario a través del cual se mide la cantidad promedio de hemoglobina en cada eritrocito denominando su normalidad como normocromía, permitiendo establecer alteraciones como hipocromía o hiperchromía que puede estar o no acompañada de anemia (Ruiz, 2009: p.15).

1.6.6. Concentración de la hemoglobina corpuscular media (CHCM)

Índice eritrocitario considerado según los investigadores como inexacto y menos útil, generalmente es calculado en exámenes sanguíneos manuales teniendo en cuenta que se encontraran alteraciones solo en condiciones extremas (Ruiz, 2009: p.15).

1.6.7. Valores referenciales de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, reticulocitos e índices hematimétricos en adultos

Tabla 2-1: Valores referenciales de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, reticulocitos e índices hematimétricos secundarios

Parámetro	Hombres	Mujeres	Unidades
Eritrocitos	4.5 – 5.5.	4.5 – 5.5.	Millones/ μ l
Hemoglobina	13 - 18	12 - 16	g/dl
Hematocrito	45 – 50	42 - 47	%
Volumen Corpuscular Medio (VCM)	80 – 100	80 - 100	fl
Hemoglobina corpuscular media (HCM)	27 – 32	27 - 32	pg.
Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)	32 – 36	32 - 36	%
Amplitud de distribución eritrocitaria (RDW)	12 – 16	12 - 16	%
Velocidad de sedimentación globular (VSG)	2 – 10	2 - 10	Mm
Reticulocitos	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	%

Fuente: (Ruiz, 2009: pp.13-15; Loja, Gualán& Molina, 2012: p.4).

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

1.7. Glóbulos Blancos

Los glóbulos blancos también conocidos como leucocitos poseen tres variedades como son los polimorfos nucleares, linfocitos y monocitos, su cantidad bordea entre 4.000 – 10.000/mm³, su vida media es de 1 – 2 semanas, un leucocito aislado no presenta color sin embargo en agrupación poseen un color blanco, con un protoplasma granuloso y un núcleo en algunos casos lobulado, su forma es variable debido a su migración por los diferentes tejidos entran y salen de los capilares a través de movimientos ameboides y ante la presencia de microorganismo o sus toxinas presenta quimiotaxismo positivo dando lugar al proceso conocido como fagocitosis sabiendo que es la propiedad de absorber y digerir los gérmenes (Le Vay, 2015: p.248; Gutiérrez, 2004: p.213).

De acuerdo con Gutiérrez (2004: pp.213-214), se puede distinguir dos grupos de leucocitos: el primero formado por linfocitos originados en los ganglios linfáticos, poseen un núcleo central y miden aproximadamente entre 6 – 14 micras, con una vida media de pocos días y monocitos con un tamaño de 12-15 micras originados en el bazo, adquiriendo su capacidad fagocitaria al salir de

los capilares y llegar a los tejidos siendo conocido el proceso como “*diapédesis*”; el segundo formado por polimorfos nucleares que presentan un núcleo lobulado y protoplasma granuloso, encontrando tres tipos: 1) neutrófilos caracterizados por formarse en la medula ósea y por su núcleo lobulado y los gránulos de su protoplasma teñidos en presencia de colorantes neutros; 2) eosinófilos similares a los neutrófilos originados en la medula ósea, diferenciándose por su protoplasma más grande y teñido con colorantes ácidos como la eosina 3) basófilos caracterizados por un núcleo basófilo y los gránulos de su protoplasma tiñéndose con colorantes básicos (Gutiérrez, 2004: p.214).

1.7.1. Granulocitos

1.7.1.1. Neutrófilos

Células de tamaño aproximado de 9 – 12 micras, caracterizado por su protoplasma que posee granulaciones neutrófilas muy finas, en condiciones normales del individuo se encuentran en una proporción de 68 – 70% del total de leucocitos, el protoplasma en formas maduras es acidófilo presentando un núcleo con formas variables como de trébol, herradura, relacionando sus lobulaciones directamente con la vejez del granulocito (Paggio y Paseyro, 2004: p.40).



Figura 7-1: Neutrófilos segmentados en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

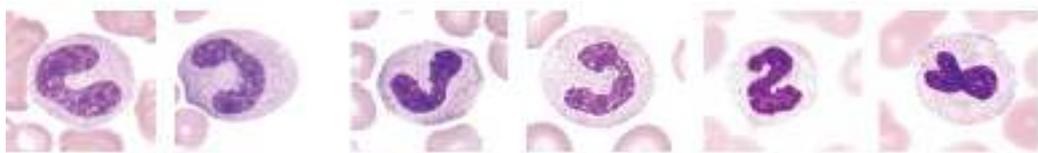


Figura 8-1: Neutrófilos cayados en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

1.7.1.2. Eosinófilos

Células caracterizadas por poseer en su protoplasma voluminosas granulaciones acidófilas, su núcleo es menos lobulado que los neutrófilos, en condiciones normales del individuo constituyen el 1-3% del total de leucocitos (Paggio y Paseyro, 2004: p.42).



Figura 9-1: Eosinófilos en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

1.7.1.3. Basófilos

Células que poseen núcleo polimorfo caracterizado por su protoplasma que posee granulaciones basófilas, en condiciones normales se encuentra en el individuo en una proporción de 0,5 – 1%, es observado en mayor proporción en la leucemia mieloide crónica (Paggio y Paseyro, 2004: p.43).

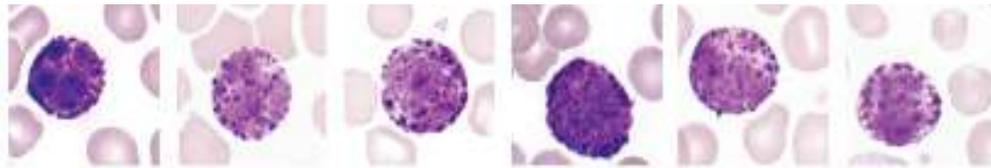


Figura 10-1: Basófilos en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

1.7.2. Agranulocitos

1.7.2.1. Linfocitos

Células pequeñas mononucleadas, con características especiales a nivel nuclear y protoplasmático, en condiciones normales del individuo se encuentra en una proporción normal del 20% del total de leucocitos circundantes (Paggio y Paseyro, 2004: p.43).



Figura 11-1: Linfocitos en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

1.7.2.2. Monocitos

Células de mayor tamaño caracterizado por poseer un núcleo central o excéntrico, con un protoplasma amplio y poco basófilo o escaso y muy basófilo, se pueden encontrar granulaciones azurófilas (Paggio y Paseyro, 2004: p.45).



Figura 12-1: Monocitos en sangre periférica

Fuente: (Rodak y Carr, 2014: p.9)

1.7.3. Valores de referencia de Leucocitos

Tabla 3-1: Valores de referencia de Leucocitos

WBC (recuento total de GB)		5.000 – 10.000/mm ³
Leucocitos	Valores relativos (%)	Valores absolutos (células/mm ³)
Neutrófilos segmentados	40 – 70 %	3000 – 7000
Neutrófilos en banda	2 – 5%	
Linfocitos	17 – 45 %	1000 – 3000
Monocitos	0 – 10 %	150 – 800
Eosinófilos	1 – 4 %	50 – 300
Basófilos	0.2 – 1.2	25 – 100

Fuente: (Loja, Gualán & Molina, 2012: p.8).

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

1.8. Plaquetas

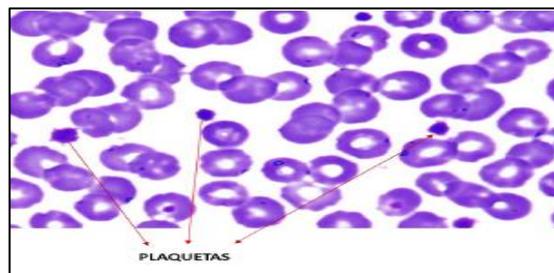


Figura 13-1: Plaquetas en sangre periférica

Fuente: (Loja, Gualán y Molina, 2012: p.15).

Las plaquetas o trombocitos presenta una forma discoidea u ovalada, con un diámetro de 3 – 5 micras, de aspecto transparentes sin poseer núcleo ni hemoglobina, el número de plaquetas varía entre 250 – 300 mil por milímetro cúbico, su función principal es dar lugar a la coagulación en caso de existir heridas leves, al igual que detener hemorragias formando una sustancia denominada tromboplastina siendo el fenómeno básico de la coagulación sanguínea (Gutiérrez, 2004: p.214).

Las plaquetas en fresco presentan dos partes diferentes morfológicamente: una homogénea, hialina y transparente; y otra granulosa y refringente a la luz, actualmente ya son considerados elementos circulantes de la sangre y no conglomerados de formación en la extracción sanguínea, existiendo la posibilidad de ser observadas a través del microscopio en la circulación capilar (Paggio y Paseyro, 2004: p.46).

Los trombocitos pueden disminuir en estados patológicos como leucemia linfóide y anemia perniciosa, aumentan su presencia en leucemia mieloide encontrando megacariocitos circulantes, con una estructura nuclear idéntica donde la cromatina dispone en masas compactas y homogéneas, siendo coloreadas intensamente, existiendo espacios claros entre sí, en su protoplasma se puede llegar a observar formas de diversos aspectos considerando como los esbozos de las plaquetas en formación (Paggio y Paseyro, 2004: p.47).

1.8.1. Valores referenciales del trombograma

Tabla 4-1: Valores referenciales del trombograma

Parámetros	Valores Referenciales
Recuento de plaquetas	150.000 – 450.000 / μ L
Volumen medio plaquetario	8,3 – 11,6 fL
Ancho de distribución de las plaquetas, desviación estándar	9 – 17 fL
Plaquetas reticuladas o inmaduras	1 – 6,5%

Fuente:(Campuzano, 2008c, p.514).

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

1.9. Alteraciones eritrocitarias

De acuerdo a los diferentes estudios realizados en individuos en exposición a los hidrocarburos alifáticos y aromáticos puede llegar a generar efectos perjudiciales en la médula ósea, evidenciándose sus principales alteraciones en la línea roja con la disminución de la hemoglobina corpuscular media (HCM), la disminución de la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), a nivel de morfológica eritrocitaria la presencia de macrocitosis (Haro, et al. 2012: p.182); Las alteraciones morfológicas puede evidenciarse en la lectura del frotis sanguíneo a través de las diferentes técnicas de tinción usadas en el estudio siendo capaz de caracterizar las estructuras, por ello a continuación citamos las siguientes:

1.9.1. Alteraciones del tamaño de los eritrocitos

1.9.1.1. Anisocitosis

Eritrocitos que muestran diferentes tamaños o diámetros en una misma extensión, puede ser moderada o severa, su hallazgo es muy frecuente, inespecífico y constante en pacientes transfundidos (Merino, 2015: p.41).

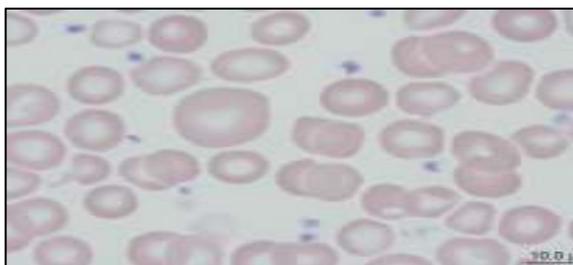


Figura 14-1: Anisocitosis en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008b: p.317).

1.9.1.2. Microcitosis

Eritrocitos de menor tamaño de lo normal como menores a 6 micras y por lo cual su volumen corpuscular medio (VCM) será menor a 80 fl, informándose de la presencia de microcitosis, las causas más frecuentes la anemia ferropénica, talasemias, anemias sideroblásticas, intoxicación con plomo y anemia de las enfermedades crónicas (Merino, 2015: p.41; Grinspan, 2005: p.282).



Figura 15-1: Microcitosis en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008b: p.321).

1.9.1.3. Macrocitosis

Eritrocitos de mayor tamaño de lo normal alrededor de 8 – 11 micras y un mayor volumen corpuscular medio (VCM) mayor a 100 fl, siendo las causas frecuentes la deficiencia de ácido fólico, anemia aplásica, anemia megaloblástica, anemia diseritropoyéticas congénitas o adquiridas con una aumento de la eritropoyesis y las hepatopatías crónicas, cabe mencionar que el hallazgo de macrocitosis en recién nacidos es normal (Merino, 2015: p.41; Grinspan, 2005: p.282).

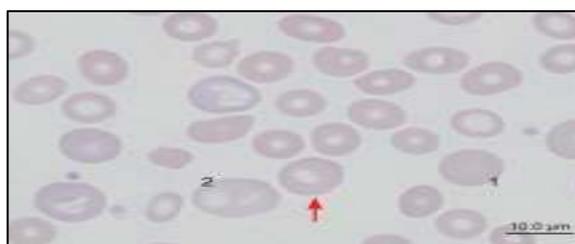


Figura 16-1: Macrocitosis en sangre periférica

Fuente:(Campuzano, 2008b: p.319).

1.9.1.4. Megalocito

Eritrocitos que sobrepasan un diámetro de 11 micras, sobrecargados de hemoglobina, poseen características similares que los eritrocitos de sangre embrionaria del periodo prehepático, al existir megalocitosis indica la presencia de una desviación de la eritropoyesis, observados con frecuencia en anemia perniciosa progresiva (Piaggio y Paseyro, 2004: p.33).

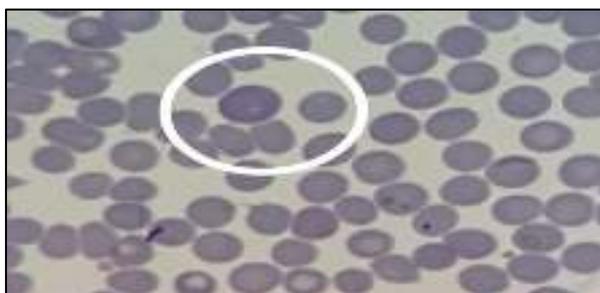


Figura 17-1: Megalocito en sangre periférica

Fuente: (Paguay, 2020)

1.9.2. Alteraciones morfológicas de los eritrocitos

1.9.2.1. Esferocitos

Eritrocitos de forma esférica que han perdido su palidez central, destruidos prematuramente en el bazo, poseen un volumen algo más pequeño que las células normales y una concentración mayor de hemoglobina, frecuentes en anemias hemolíticas congénitas o adquiridas, esferocitosis hereditaria, anemias inmuno hemolíticas, hiperesplenismo, hemolisis por fragmentación (Merino, 2015: p. 42; Loja, Gualán y Molina, 2008: p.6).

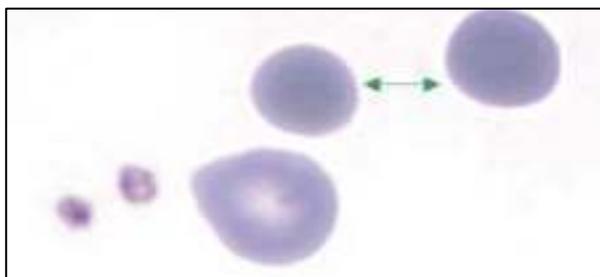


Figura 18-1: Esferocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.42).

1.9.2.2. Eliptocitos

Eritrocitos alargados de extremos casi simétricos y contorno regular, observados en defecto congénito de la membrana eritrocitaria o individuos con anemia ferropénica (Merino, 2015: p.43).

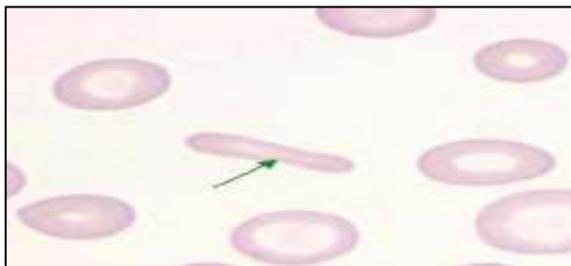


Figura 19-1: Eliptocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.43).

1.9.2.3. Ovalocitos

Eritrocitos de forma ovalada, en poca cantidad puede ser un hallazgo normal pero al encontrarse en grandes números puede sugerirse un diagnóstico de ovalocitosis hereditaria observados al existir anemia megaloblástica (Merino, 2015: p.44; Grinspan, 2005: p.282).

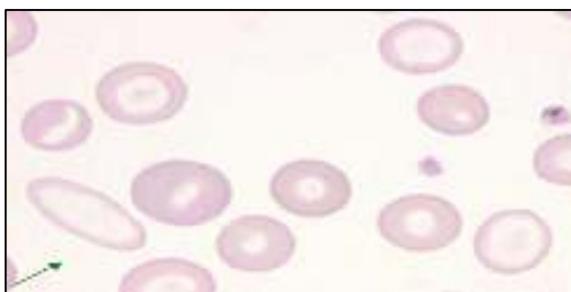


Figura 20-1: Ovalocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.45).

1.9.2.4. Dacriocitos

Hematíes maduro de forma ovalada con un extremo agudo o similar a una lagrima o pera debido a la presencia de una prolongación anómala, se observa frecuentemente en la mielofibrosis primaria que es un tipo de neoplasia mieloproliferativa, enfermedad renal (Merino, 2015: p. 45; Loja, Gualan y Molina, 2008: p.6).

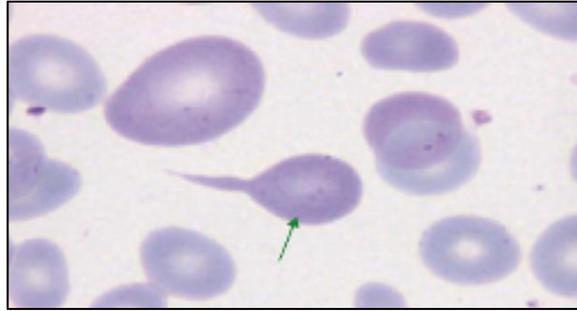


Figura 21-1: Dacriocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.45).

1.9.2.5. Dianocitos

Hematíes con exceso de superficie, evidenciándose la presentación de una área central de mayor contenido hemoglobínico, observándose un aspecto parecido a una diana, los cuales se observan en las talasemias, anemias ferropénicas, hepatopatías crónicas produciéndose un aumento de colesterol y fosfolípidos de la membrana eritrocitaria(Merino, 2015: p.46).

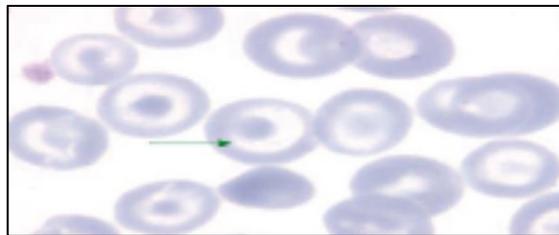


Figura 22-1: Dianocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.47).

1.9.2.6. Estomatocitos

Eritrocitos con exceso de agua observándose una región en forma de boca en la zona central del hematíe, presentes en casos de anemias hemolíticas, especialmente en las estomatocitosis congénitas, se puede observar también en los casos de alcoholismo, talasemia, déficit de hierro, eliptocitosis hereditaria, anemias megaloblásticas(Merino, 2015: p.47; Loja, Gualan y Molina, 2008: p.6).

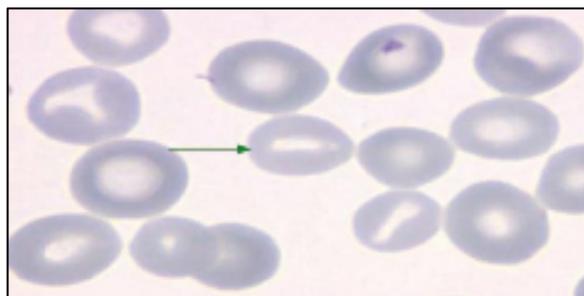


Figura 23-1: Estomatocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.48).

1.9.2.7. Esquistocitos

Eritrocitos fragmentados que pueden presentar formas variadas, de un tamaño pequeño un valor de 2 – 3 micras, formados habitualmente por fragmentación mecánica, frecuentemente observados en la anemia hemolítica microangiopática (Merino, 2015: p.49).

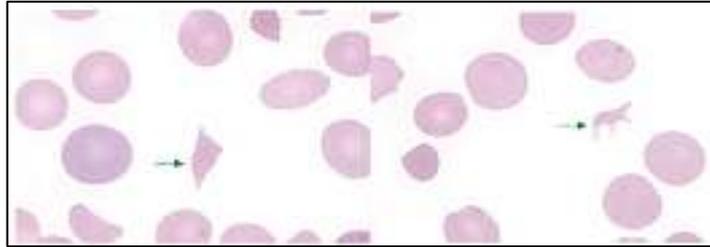


Figura 24-1: Esquistocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.50).

1.9.2.8. Equinocitos

Hematíes esferoidales que poseen espículas cortas distribuidas regularmente por toda la superficie, frecuentes en muestras con una disminución de ATP intraeritrocitario, en insuficiencia renal debido a la elevación de la concentración plasmática de determinados derivados del metabolismo (Merino, 2015: p.50).



Figura 25-1: Equinocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.51).

1.9.2.9. Acanthocitos

Eritrocitos de aspecto redondeado que muestran varias espículas más alargadas y distribuidas irregularmente en su superficie, observándose en las hepatopatías severas, anemias severas, después de la esplenectomía, en la α - β lipoproteinemia congénita, cirrosis alcohólica o Síndrome de Zieve, deficiencia de piruvato quinasa, malabsorción (Merino, 2015: p.51; Loja, Gualan y Molina, 2008: p.6).

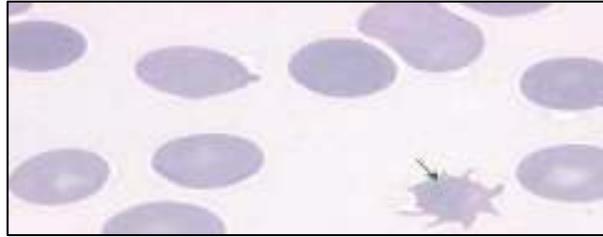


Figura 26-1: Acanthocito en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.52).

1.9.2.10. *Depranocitos*

Hematíes falciformes presentan una forma semilunar o forma de hoz ya que son alargados y estrechos, con una hemoglobina anormal o hemoglobina S, en su forma desoxigenada, en caso de sometimiento a la sangre a una situación de hipoxia, los polímeros de desoxihemoglobina adoptan la forma de bastones alargados que se orientan siguiendo el eje longitudinal de la célula, frecuentes en la anemia falciforme, rara vez se puede observar en otras hemoglobinopatías (Merino, 2015: p.53; Grinspan, 2005: p.283).



Figura 27-1: Drepanocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.53).

1.9.2.11. *Excentrocitos*

En este tipo de eritrocitos la hemoglobina se halla distribuida en los extremos o polos del hematíe, evidenciándose en la zona central del glóbulo rojo “vacía” de hemoglobina, pueden ser observados en estomatocitosis congénitas o también conocidas mayoritariamente como xerocitosis congénita (XC) (Merino, 2015: p.53).

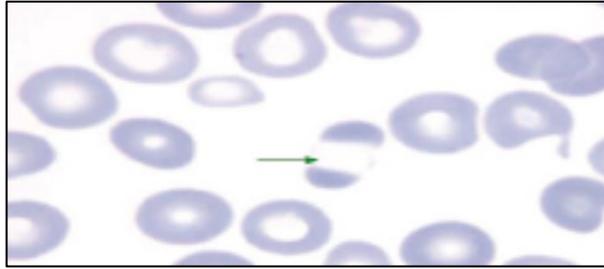


Figura 28-1: Excentrocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.54).

1.9.2.12. *Fenómeno de Rouleaux*

Agrupación de glóbulos rojos en forma de pilas de monedas, presente generalmente al no existir un correcto frotis sanguíneo y en casos patológicos como la hiperproteinemia e hiperviscosidad en pacientes con enfermedades como mieloma múltiple, macroglobulinemia y en procesos inflamatorios crónicos (Grinspan, 2005: p.284).

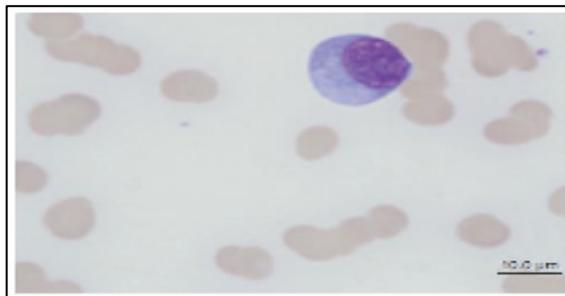


Figura 29-1: Fenómeno de Rouleaux

Fuente: (Campuzano, 2008b: p.313).

1.9.3. *Alteraciones de la coloración hemoglobínica*

1.9.3.1. *Hipocromía*

Eritrocitos con menor contenido de hemoglobina, por lo que su zona pálida central es de mayor diámetro, es característica de la anemia ferropénica, también puede presentarse debido al envenenamiento con plomo o las talasemias (Merino, 2015: p.55; Grinspan, 2005: p.282).

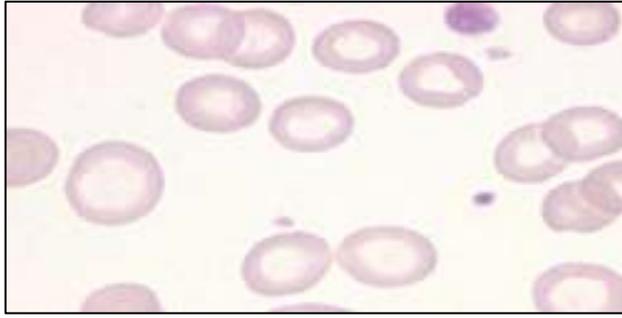


Figura 30-1: Hipocromía en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p. 55).

1.9.3.2. Hiperchromía

Hematíes con elevado contenido de hemoglobina (Merino, 2015: p.55).

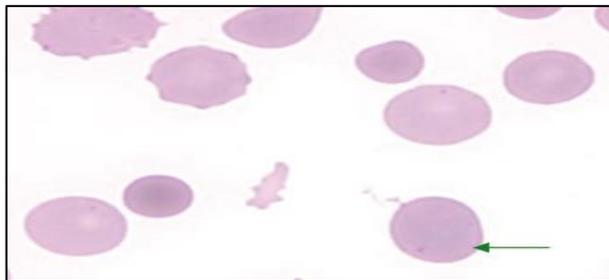


Figura 31-1: Hiperchromía en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.56).

1.9.3.3. Policromasia

Hematíes jóvenes que han abandonado recientemente la médula ósea, presentan un elevado contenido de ribosomas, poseen un tamaño ligeramente superior a los hematíes maduros denominados reticulocitos (Merino, 2015: p.56).

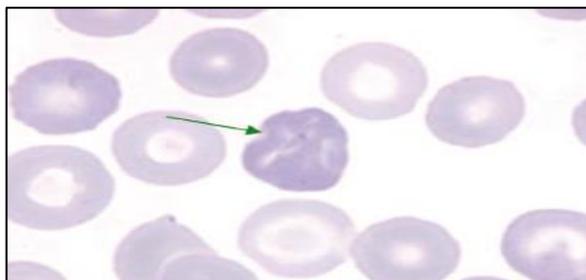


Figura 32-1: Policromasia en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.57).

1.9.4. Inclusiones eritrocitarias

1.9.4.1. Reticulocitos

Eritrocitos que no han alcanzado su madurez total en el estado final de diferenciación, se originan en los eritroblastos ortocromáticos posterior a la eyección del núcleo madurando gradualmente, que permitirá cambios morfológicos y estructurales consistiendo en la reducción gradual de la cantidad de RNA ribosomal y proteico, en condiciones normales del individuo constituye entre el 0,5 – 2% del total de eritrocitos totales, se incrementan en hemorragia intensa, esplenectomía, anemias hemolíticas, tratamiento de anemias carenciales(Alonso, 2013: p.67; Merino, 2015: p.57).

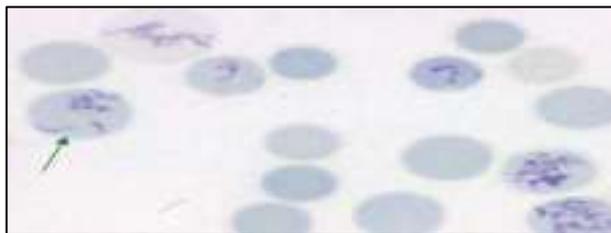


Figura 33-1: Reticulocitos en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.58).

1.9.4.2. Punteado basófilo

La presencia de punteado basófilo en la parte interior de los eritrocitos indica la presencia de Policromasia, indicando la presencia de gránulos ribosómicos debido al alto contenido de RNA, hallazgo de gran importancia debido a la intoxicación laboral en prolongada exposición a plomo, talasemias, anemias hemolíticas y anemia perniciosa severa (Merino, 2015: p.58; Grinspan, 2005: p.283).

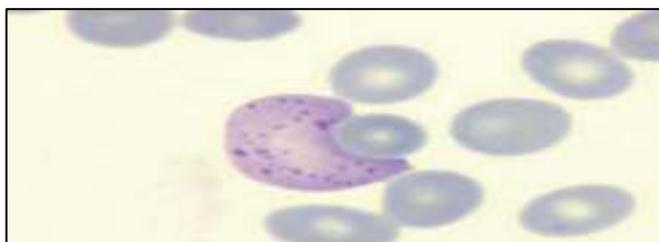


Figura 34-1: Punteado basófilo en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.58).

1.9.4.3. Cuerpos de pappenheimer

Inclusiones eritrocitarias caracterizadas por su tamaño pequeño y basófilos, ubicados en la parte periférica del eritrocito, con partículas de hierro, denominados generalmente como “*siderocitos en anillo*”, presentes en anemias refractarias sideroblástica, individuos con hipoesplenismo,

anemia por exceso de hierro y varias anemias hemolíticas de varias etiologías (Merino, 2015: p.59; Grinspan, 2005: p.283).

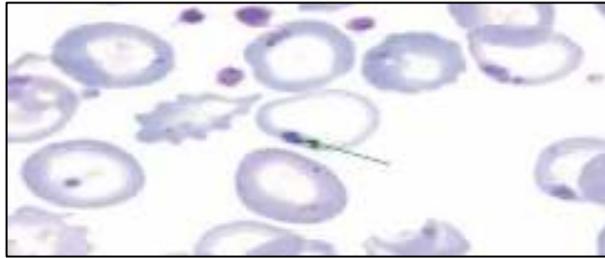


Figura 35-1: Cuerpos de Pappenheimer en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.59).

1.9.4.4. Cuerpos de Howell-Jolly

Inclusiones eritrocitarias redondeadas de tamaño aproximado de 1 micra de diámetro, restos del núcleo del eritroblasto degradados por las células del sistema mononuclear fagocítico de la médula ósea, tratándose de hematíes inmaduros, presentados como elementos morfológicos en el seno de los eritrocitos, se tiñen igual que la cromatina nuclear reducida de volumen, observados frecuentemente después de la esplenectomía, anemia falciformes, talasemias, anemia perniciosa, anemias hemolíticas severas (Merino, 2015: p.59; Grinspan, 2005: p.283; Paggio y Paseyro, 2004: p.37).

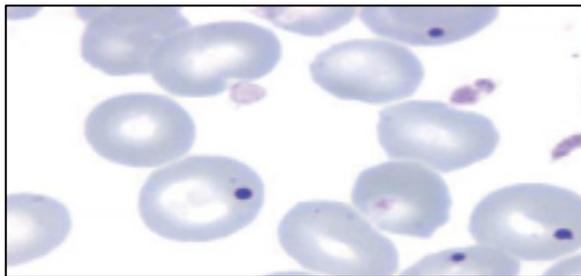


Figura 36-1: Cuerpos de Howell-Jolly en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p60).

1.9.4.5. Cuerpo de Heinz

También conocidas como células mordidas, siendo la representación de la precipitación de la hemoglobina en la parte interna de los eritrocitos, para su observación es necesario la utilización de coloraciones especiales, generalmente presentes en anemias hemolíticas causadas por la deficiencia de Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, en procesos patológicos como talasemias y por drogas (Grinspan, 2005: p.284).

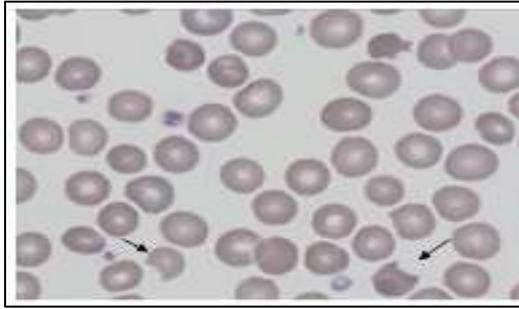


Figura 37-1: Cuerpo de Heinz

Fuente: (Memorang, 2019).

1.9.4.6. Anillos de Cabot

Los anillos de cabotse caracterizan por las formaciones anulares en el interior de los eritrocitos, correspondiendo a los microtúbulos procedentes de la mitosis anormal o de restos de la membrana nuclear del eritroblasto denominado como “*diseritropoyesis*” indicando que su morfología puede variar mucho adoptando una forma de ocho en ovrillo, representando el residuo de la membrana nuclear en la parte periférica del núcleo del eritroblasto pudiendo ser observados en condiciones patológicas como en anemias producidas por exposición a plomo (Paggio y Paseyro, 2004: p.37; Merino, 2015: p.60).

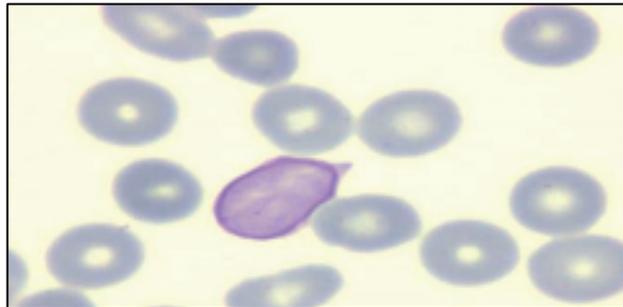


Figura 38-1: Anillo de Cabot en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.61).

1.9.4.7. Saturnismo

El saturnismo o intoxicación por plomo caracterizado por el punteado basófilointraeritrocitario desmesurado debido a la degradación anómala del RNA ribosómico, dada en el interior del eritrocito, el plomo inhibe la enzima primidina 5'-nucleotidasa del eritrocito normal encargo de su intervención en la degradación del RNA ribosómico (Merino, 2015: p.61).

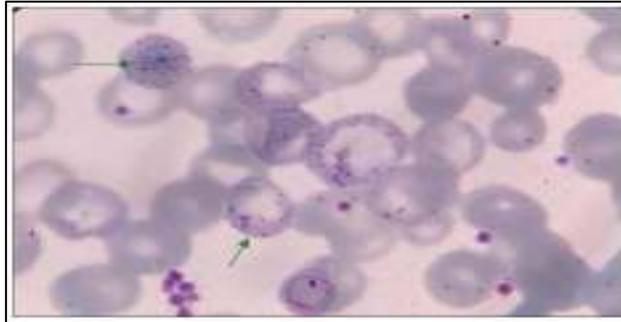


Figura 39-1: Saturnismo en sangre periférica

Fuente: (Merino, 2015: p.61)

1.9.4.8. Porfirias

Alteraciones cuantitativas del grupo *hemo*, debido a enzimopatías congénitas que afectan la síntesis condicionando la acumulación de precursores porfirínicos, describiendo dos tipos: 1) porfirias eritropoyéticas congénita (PEC) o enfermedad de Günther debido al déficit de *uroporfirinógeno III cosintetasa*, enzima que interviene en la síntesis del grupo hemo favoreciendo el paso de *porfobilinógeno* a *uroporfirinógeno III*, para determinar su diagnóstico debe demostrarse su presencia en eritroblastos, hematíes y otros tejidos del individuo en estudio; 2) porfirias hepáticas en las que las alteraciones hematológicas son escasas (Merino, 2015: p62).

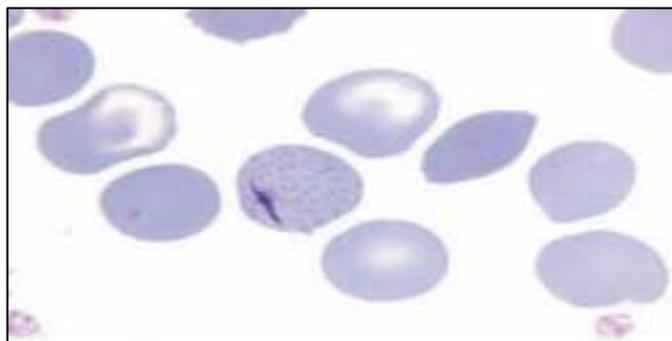


Figura 40-1: Porfiria eritropoyética congénita en paciente esplenectomizada

Fuente: (Merino, 2015: p.62).

1.10. Alteraciones leucocitarias

De acuerdo a los diferentes estudios realizados en individuos en exposición a los hidrocarburos alifáticos y aromáticos puede llegar a generar efectos perjudiciales en la médula ósea, evidenciándose sus principales alteraciones en la línea blanca a través de la disminución de leucocitos en el recuento total, la presencia de linfocitopenia manteniendo estos valores al existir una toxicidad precoz (Haro, et al. 2012: p.182); Las alteraciones en los leucocitos puede definirse a través de las diferentes determinaciones junto a las alteraciones morfológicas evidenciadas en la

lectura del frotis sanguíneo a través de las diferentes técnicas de tinción usadas en el estudio siendo capaz de caracterizar las estructuras, por ello a continuación citamos las siguientes:

1.10.1. Alteraciones del recuento total de Leucocitos

1.10.1.1. Leucocitosis

Aumento del número de leucocitos en relación al valor máximo estimado en función de la edad, estado fisiológico y origen étnico, aparece a partir de aumento de los granulocitos como neutrófilos, basófilos y eosinófilos y agranulocitos como linfocitos y monocitos, finalmente a expensas de células inmaduras como sucede en las leucemias (Campuzano, 2008a: p.413).

1.10.1.2. Leucopenia

Disminución del número de leucocitos en relación al valor mínimo en función a la edad, estado fisiológico, origen étnico, en este caso aparece comúnmente a partir de la neutropenia, linfocitopenia o la combinación de ambos (Campuzano, 2008a: p.413).

1.10.2. Alteraciones cuantitativas del recuento diferencial de Leucocitos

1.10.2.1. Neutrófilia

Aumento de neutrófilos en el recuento absoluto con relación al valor máximo esperado para la edad, género, estado fisiológico, origen étnico, usualmente se presenta por la redistribución celular, tras un estímulo físico como ejercicio, estrés, infecciones bacterianas o inflamación (Campuzano, 2008a: p.415).

1.10.2.2. Neutropenia

Indica la disminución de neutrófilos en el recuento absoluto con relación al valor mínimo esperado para la edad, género, estado fisiológico, origen étnico, siendo la neutropenia clasificada: media con un recuento absoluto alrededor de 1.000 – 1.500 células/ μ l, moderada con un recuento absoluto de 500 – 1.000 células/ μ l, severa con un recuento absoluto de por debajo de 500 células/ μ l, también se debe considerar los individuos de raza negra que en caso de existir la disminución podría ser denominado seudoneutropenia étnica (Campuzano, 2008a: p.416).

1.10.2.3. Eosinofilia

Indica el aumento de eosinófilos en el recuento absoluto con relación al valor máximo esperado para la edad, estado fisiológico, sin variar por el origen étnico del individuo, además puede estar dividida en media o mínima cuando se encuentra entre 350 – 1.500 por μl , moderada entre 1.501 – 5.000 por μl y marcada o severa cuando se encuentra por encima de 5.001 por μl , generalmente la causa más frecuente de eosinofilia es debido a las enfermedades parasitarias seguida de las enfermedades alérgicas (Campuzano, 2008a: p.417).

1.10.2.4. Eosinopenia

Indica la disminución de eosinófilos en el recuento absoluto de eosinófilos con relación al valor mínimo esperado para la edad, la disminución puede deberse fisiológicamente durante la gestación específicamente durante el trabajo de parto aun con fenómenos de degranulación, individuos portadores del virus linfotrópico tipo I (Campuzano, 2008a: p.417).

1.10.2.5. Basofilia

Indica el aumento de basófilos en el recuento absoluto de basófilos con relación al valor máximo esperado para la edad, la presencia en sangre periférica es altamente sugestiva de una enfermedad mieloproliferativa (Campuzano, 2008a: p.417).

1.10.2.6. Basopenia

Indica la disminución de basófilos en el recuento absoluto, se manifiesta su disminución en la ovulación y se eleva en la fase luteínica, su hallazgo es frecuente en la urticaria (Campuzano, 2008a: p.418).

1.10.2.7. Linfocitosis

Indica el aumento de los linfocitos en el recuento absoluto con relación al valor máximo esperado para la edad, no se diferencia por el género ni grupo étnico, sus alteraciones se asocia a otras alteraciones para lo cual es necesario complementar el estudio con la observación directa de leucocitos en sangre periférica (Campuzano, 2008a: p.418).

1.10.2.8. Linfopenia

Indica la disminución de los linfocitos en el recuento absoluto de linfocitos con relación al valor mínimo esperado para la edad, su hallazgo es importante en los pacientes infectados por el virus de inmunodeficiencia humana, siendo asociada a un signo de infección (Campuzano, 2008a: p.418).

1.10.2.9. Monocitosis

Indica el aumento de los monocitos, con relación al valor máximo esperado para la edad, en el recuento absoluto de monocitos, no tiene diferencia por género ni por el grupo étnico se encuentran elevados en neonatos y en mujeres gestantes, en donde se elevan paralelos con los polimorfonucleares neutrófilos, la monocitosis puede encontrarse sola o asociada con otras alteraciones, es necesario complementar el estudio con la observación directa de los leucocitos en extendidos de sangre (Campuzano, 2008a: p.418).

1.10.2.10. Monocitopenia

Indica la disminución de monocitos con relación al valor mínimo esperado para la edad, en el recuento absoluto de monocitos, la monocitopenia acompaña a otras alteraciones del sistema hematopoyético, disminuyen en pacientes que reciben corticoesteroides y en pacientes con infecciones agudas, cuando hay endotoxinas (Campuzano, 2008a: p.419).

1.10.3. Alteraciones relacionadas con el núcleo de los polimorfonucleares

Se clasificaran en base al grado de maduración de los neutrófilos expresado por el número de lobulaciones que aparecen en el núcleo, definiendo así los siguientes tipos de alteraciones:

1.10.3.1. Desviación a la izquierda

Indica el aumento de bandas y de las formas inmaduras como: metamielocitos, mielocitos y promielocito, generalmente se encuentra asociada a infecciones, intoxicación por plomo y benzol en el ámbito laboral, pacientes con síndromes urémicos, hemopatías, fiebre por quinidina, individuos con Síndrome de Down(García, et al, 2012: p44).

1.10.3.2. Desviación a la derecha

Fenómeno que se manifiesta con un mayor número de neutrófilos con más de cinco lobulaciones evidenciadas en su núcleo, conocidas como macropolicitos o pleocariocitos, equivalente en tamaño al doble del neutrófilo en condiciones normales, consideración esta alteración cuando existe más del 5% de alteraciones del rango normal, este tipo de alteración puede deber a individuos con patologías como: desorden hereditario autosómico dominante, mielocatesis, síndrome de DiGeorge, síndrome mielodisplásico, anemia ferropénica, anemia perniciosa(García, et al, 2012: p44).

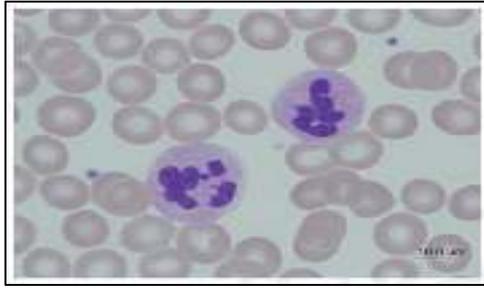


Figura 41-1: Macropolicitos en anemia perniciosa

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.429).

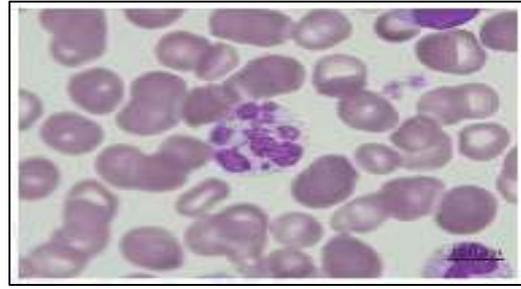


Figura 42-1: Macropolicitos en síndrome mielodisplásico

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.429).

1.10.3.3. *Anomalia de Pelger-Huet*

Alteración benigna heredada de forma dominante sin ser ligada al sexo, evidenciándose por la segmentación reducida en los núcleos de neutrófilos, linfocitos y monocitos (Campuzano, 2008a: p.430).

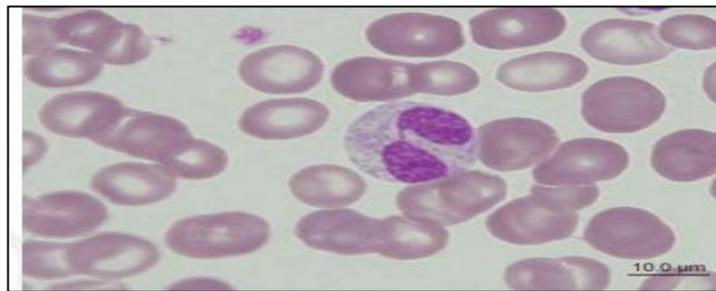


Figura 43-1: Anomalia de Pelger-Huet en sangre periférica

Fuente:(Campuzano, 2008a: p.431).

1.10.3.4. *Neutrófilos necrobióticos*

Fenómeno de apoptosis como parte integral de la muerte celular, al evidenciarse su aumento se relaciona con procesos infecciosos o en pacientes con leucemia mieloide aguda, síndromes dismielopoyéticos, anemia perniciosa (Campuzano, 2008a: p.432).

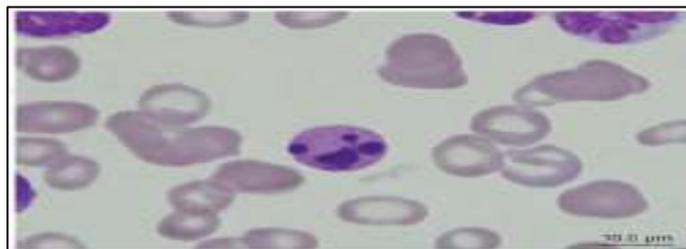


Figura 44-1: Cambios necrobióticos en neutrófilo

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.432).

1.10.4. Alteraciones de interacción de los polimorfonucleares con otras células

1.10.4.1. Agregación de neutrófilos

Los Neutrófilos se agrupan entre sí a través de plaquetas o sin ellas, siendo el resultado de la interacción *in vitro* con ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) utilizado como anticoagulante, dependiente del tiempo de contacto (Campuzano, 2008a: p.427).

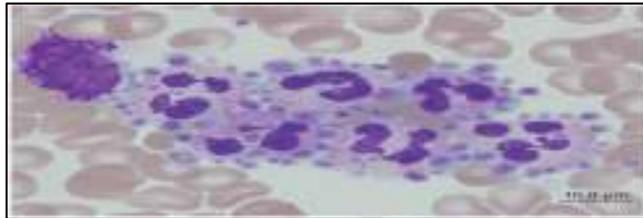


Figura 45-1: Aglutinación de neutrófilos por EDTA en sangre periférica

Fuente:(Campuzano, 2008a: p.427).

1.10.5. Alteraciones relacionadas con el citoplasma de los polimorfonucleares

1.10.5.1. Reducción de gránulos específicos

Reducción de gránulos específicos en neutrófilos debido a causas congénitas como la deficiencia de lactoferrina o condiciones adquiridas como los síndromes mielodisplásicos que se evidencian por las alteraciones de segmentación nuclear (Campuzano, 2008a: p.432).

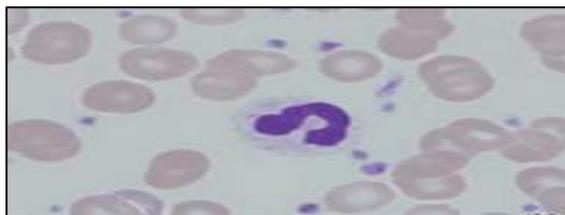


Figura 46-1: Neutrófilo agranular en síndrome dismielopoyético

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.432).

1.10.5.2. Aumento de gránulos específicos

Denominado también “*granulaciones tóxicas*” observándose gránulos de mayor tamaño en los neutrófilos, con coloración basofílica debido a la presencia de mucosustancias ácidas presentes en el citoplasma de la célula, presente en individuos con cuadros de malaria, pacientes de terapia con citoquinas(Campuzano, 2008a: p.432).

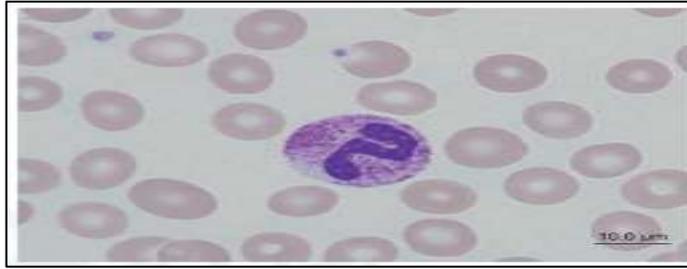


Figura 47-1: Hipergranulaciones tóxicas en neutrófilo

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.432).

1.10.5.3. Gránulos anormales

- Anomalia de May-Hegglin.- Desorden hereditario dominante, identificado por la presencia de inclusiones basófilicas y pironinifílicas en el citoplasma de tamaño aproximado de 2 – 5 micras presentadas en los granulocitos y en los monocitos acompañados de trombocitopenia y la presencia plaquetaria en tamaños gigantes poco granulados, alteraciones constitucionales compuestas por formas mutantes de miosina no muscular (Campuzano, 2008a: p.433).
- Cuerpos de Dohle.- Inclusiones pequeñas de coloración azul o gris pálido con un tamaño aproximado de 2 – 5 micras de diámetro, presentes en el citoplasma de los neutrófilos ubicadas en la periferia celular, siendo restos de ácido ribonucleico nuclear producidos por maduración defectuosa, observados en procesos infecciosos e inflamatorios o tras la aplicación de citoquinas, anemia perniciosa, síndrome mielodisplásico, policitemia rubra vera, anemia hemolítica autoinmune, pacientes con administración de medicamentos antineoplásicos (Campuzano, 2008a: p.433).

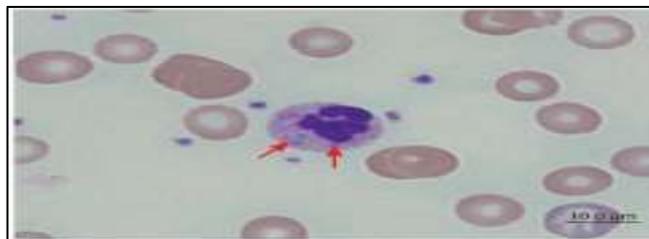


Figura 48-1: Cuerpos de Dohle en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.433).

- Síndrome de Chédiak-Higashi.-Alteración de carácter autosómico recesivo caracterizado por la formación de lisosomas, relacionado con el albinismo óculo-cutáneo parcial, anormalidades neurológicas, infecciones bacterianas, presencia de gránulos prominentes en los leucocitos derivados de la fusión anormal de lisosomas, desencadenando trastornos quimiotáxicos (Campuzano, 2008a: p.433).

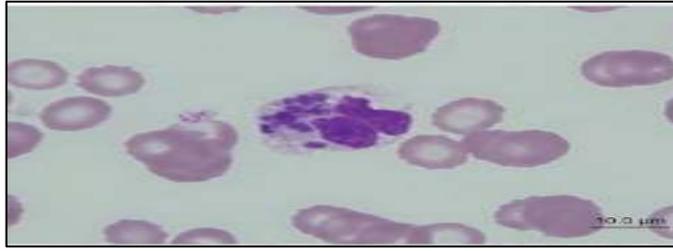


Figura 49-1: Síndrome de Chédiak-Higashien en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.433).

- Anomalia de Alder-Reilly.-Alteración hereditaria autosómica recesiva, caracterizada por gránulos azurófilos agrupados en racimo en el citoplasma de los granulocitos y agranulocitos, diferenciados por la ausencia de granulaciones y vacuolas tóxicas , asociada a los mucopolisacaridosis presentes en patologías como leucemia aguda, síndrome mielodisplásico(Campuzano, 2008a: p.434).

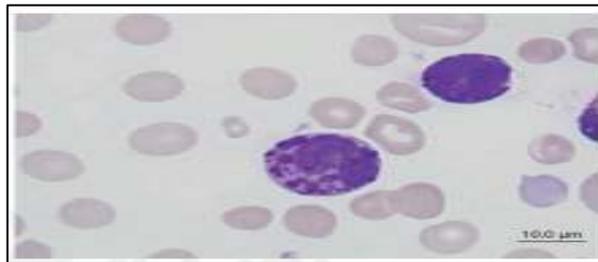


Figura 50-1: Anomalia de Aldre-Reilly en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.435).

- Cuerpos de Auer.-Alteración caracterizada por gránulos intracitoplasmáticos de forma alargada encontrados en mieloblastos, promielocitos y monoblastos, en individuos con leucemia mieloblástica aguda, leucemia promielocítica aguda, leucemia mielomonocítica aguda, leucemia mieloide crónica, síndrome mielodisplásico, anemia refractaria co exceso de blastos, mieloma múltiple (Campuzano, 2008a: p.435).

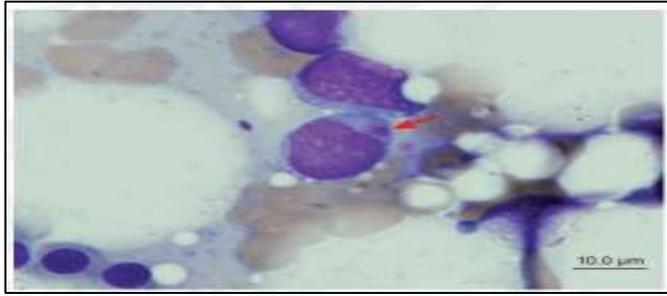


Figura 51-1: Cuerpo de Auer en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.435).

1.10.6. Vacuolización de los polimorfonucleares

La Vacuolización de los diferentes granulocitos y agranulocitos puede deberse a la fusión de los gránulos específicos con vacuolas fagocíticas, presenciándose de 3 – 10 vacuolas con un tamaño aproximado de 2 – 5 micras en el citoplasma, observadas en individuos con infecciones, intoxicación por etanol, enfermedad de Jordán, hepatitis tóxica, cetoacidosis diabética, evidenciándose a través de vacuolas de grasa (Campuzano, 2008a: p.435).



Figura 52-1: Neutrófilo vacuolizado en sangre periférica

Fuente: (Campuzano, 2008a: p.435).

1.10.7. Alteraciones de Linfocitos reactivos

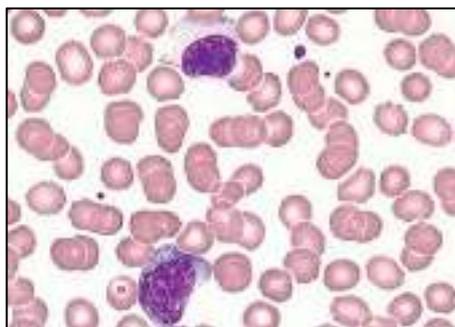


Figura 53-1: Linfocitos reactivos

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

Los linfocitos activados, reactivos o virocitos, son células pertenecientes a la estirpe B producidas al poseer un estímulo del proceso infeccioso viral o por respuesta inmunitaria del paciente, entre las alteraciones se tiene:

1.10.7.1. Células de Donwey

También conocidas como células linfomonocitarias, existen distintas células con diferentes características morfológicas debido a la variación de la configuración de la transformación celular, identificándose tres tipos: linfática, monocítica y plasmática (Terry, et al, 2016: p.161).

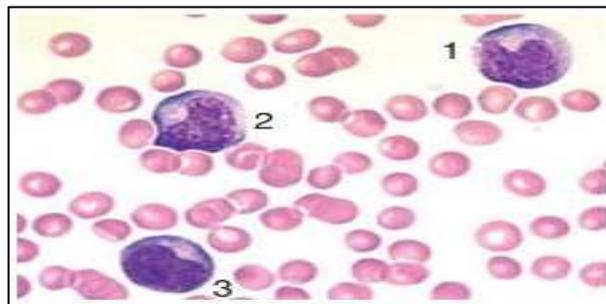


Figura 54-1: Células linfomonocitarias

Fuente:(Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.7.2. Linfocitoshiperbasófilos

También conocido comolinfocito reactivo característico por su escaso citoplasma, con una coloración basófila mayormente marcada, de tamaño pequeño similar a un linfocito maduro (Terry, et al, 2016: p.161).

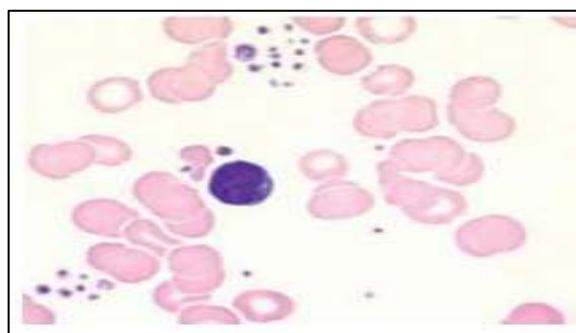


Figura 55-1: Linfocito hiperbasófilo

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.7.3. *Células linfoplasmáticas*

También conocidas como células plasmiformes, presente en individuos con mononucleosis infecciosa, hepatitis viral, rubeola y citomegalovirus además pueden encontrarse en patologías como síndrome linfoproliferativo crónico y linfomas no Hodgkin (Terry, et al, 2016: p.161).

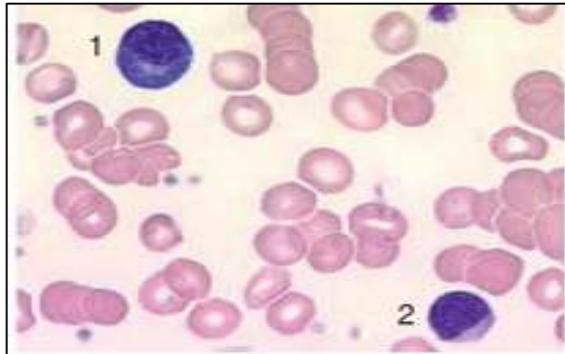


Figura 56-1: Célula linfoplasmática

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.7.4. *Células monocitoides*

Células observadas en síndromes linfoproliferativos crónicos (Terry, et al, 2016: p.161).



Figura 57-1: Célula monocitoide

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.7.5. *Linfocitos binucleados*

Células observadas con muy poca frecuencia, como en la mononucleosis infecciosa, hepatitis viral, otras enfermedades virales y con gran incidencia en el VIH/SIDA, además aparecen en procesos patológicos de leucemia linfocítica crónica y en algunos linfomas no Hodgkin (Terry, et al, 2016: p.161).

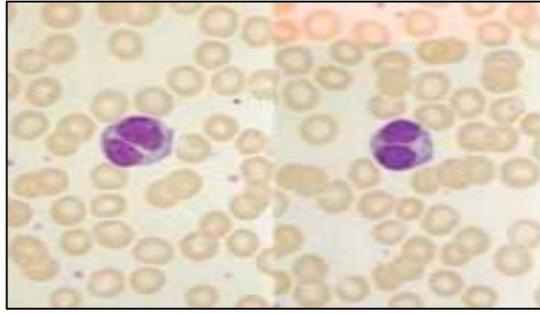


Figura 58-1: Linfocito binucleado

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.7.6. *Linfocitos grandes con gránulos azurófilos*

Células poco frecuentes encontrándose en la virosis y en la leucemia linfocítica granular (Terry, et al, 2016: p.161).

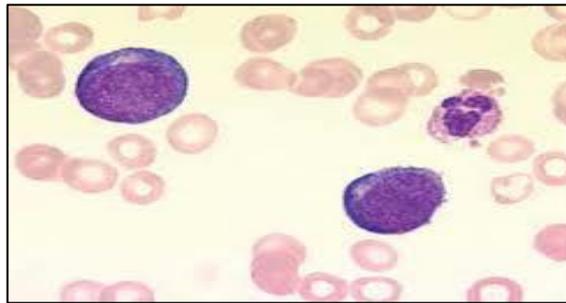


Figura 59-1: Linfocitos grandes con gránulos azurófilos

Fuente: (Terry, et al, 2016: p.165).

1.10.8. *Células leucocitarias patológicas*

1.10.8.1. *Células de Rieder*

Elementos celulares que poseen un núcleo muy polimorfo, irregular, con muchas lobulaciones que le dan un aspecto extraño, siendo similar al de los granulocitos, su protoplasma es basófilo sin granulaciones específicas presentando en algunos casos granulaciones azurófilas, generalmente han sido encontradas en leucemia mieloide, anemia perniciosa y demás alteraciones hematológicas, además mencionando que puede aparecer en casos de exposición laboral prolongada a fosforo y plomo, definiéndolas como formas atípicas de maduración del hemocitoblasto (Paggio y Paseyro, 2004: p.45).

1.10.8.2. Células de Türk

Células del tipo linfoide caracterizado por su protoplasma muy basófilo, siendo observados en procesos infecciosos como viruela, neumonía en conjunto a los mielocitos definiéndolos como elementos hemocitoblásticos patológicos (Paggio y Paseyro, 2004: p.46).

1.10.8.3. Plasmazellen

Células linfoides con protoplasma muy basófilo y núcleo pequeño excéntrico encontrando a la cromatina radiada, indicados como raro encontrarlos en sangre circulante normal (Paggio y Paseyro, 2004: p.46).

1.11. Alteraciones plaquetarias

De acuerdo a los diferentes estudios realizados en individuos en exposición a los hidrocarburos alifáticos y aromáticos puede llegar a generar efectos perjudiciales en la medula ósea, evidenciándose sus principales alteraciones en las plaquetas como principal indicador la trombocitopenia que aparece en la exposición benceno, tolueno y xileno (Haro, et al. 2012: p.182); Las alteraciones en las plaquetas puede definirse a través de las diferentes determinaciones junto a las alteraciones morfológicas evidenciadas en la lectura del frotis sanguíneo a través de las diferentes técnicas de tinción usadas en el estudio siendo capaz de caracterizar las estructuras, por ello a continuación citamos las siguientes:

1.11.1. Alteraciones en el conteo plaquetario

1.11.1.1. Seudotrombocitopenia

Indica la falsa disminución en el recuento plaquetario, es una alteración in vitro que se encuentra generalmente en la población en una proporción de 1 por cada 1.000 individuos y hasta en el 1,9% de pacientes graves, usualmente se presenta por fenómenos inducidos por el ácido etilendiaminotetracético (EDTA), además también se puede presentar por satelitismo plaquetario, agregados plaquetarios o la presencia de macrotrombocitos (Campuzano, 2008c: p.515).

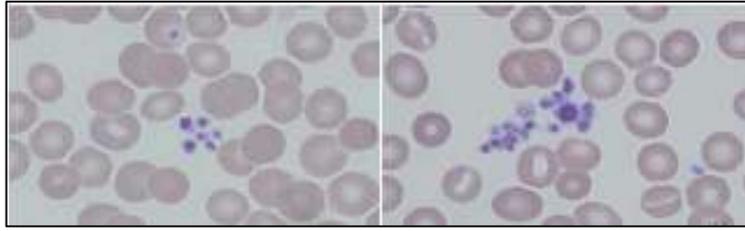


Figura 60-1: Seudotrombocitopenia

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.515).

- **Satelitismo plaquetario.**-Se manifiesta cuando las plaquetas se adhieren a otras células circulantes, principalmente a los polimorfonucleares neutrófilos, a los monocitos, linfocitos o en algunos casos adheridos a los basófilos (Campuzano, 2008c: p.515).

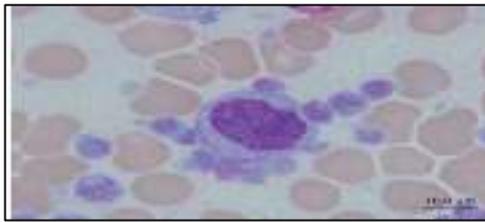


Figura 61-1: Satelitismo plaquetario en monocito

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.516).

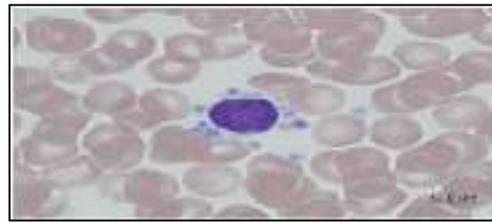


Figura 62-1: Satelitismo plaquetario en linfocito

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.516).

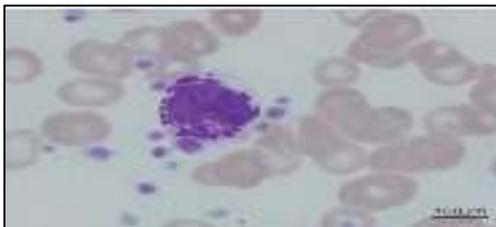


Figura 63-1: Satelitismo plaquetario en basófilo

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.516).

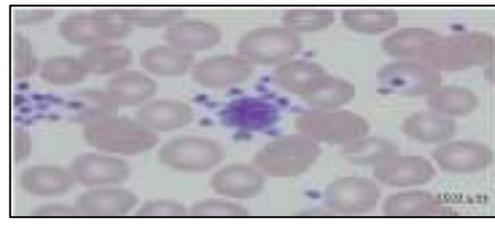


Figura 64-1: Satelitismo plaquetario en megatrombocito

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.516).

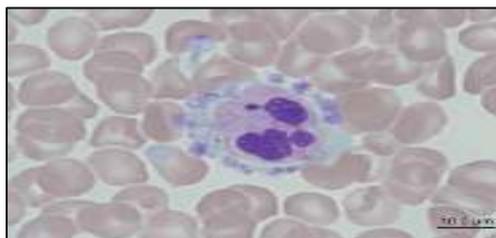


Figura 65-1: Satelitismo plaquetario en neutrófilo

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.515).

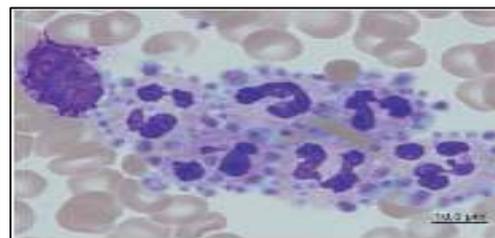


Figura 66-1: Satelitismo plaquetario en neutrófilos

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.515).

- Agregados plaquetarios.-Son fenómenos que se producen por la presencia de anticuerpos contra el EDTA o también se puede presentar como manifestación clínica de una serie de patologías como cirrosis hepática, crioaglutininas, crio fibrinogenemia, enfermedades mieloproliferativas, linfomas no Hodgkin, mieloma múltiple, entre otras (Campuzano, 2008c: p.516).

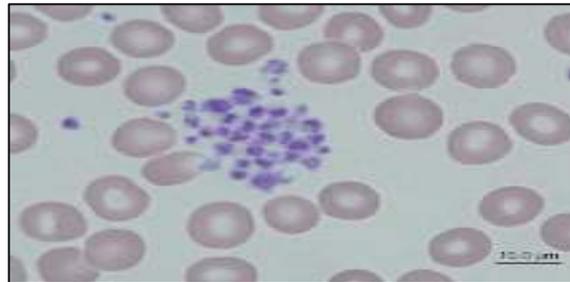


Figura 67-1: Agregados plaquetarios

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.517).

- Macrotrombocitos.-La Seudotrombocitopenia relacionada con el EDTA o fenómenos autoinmunes son inductores de la formación de satelitismo plaquetario y agregados plaquetarios (Campuzano, 2008c: p.517).

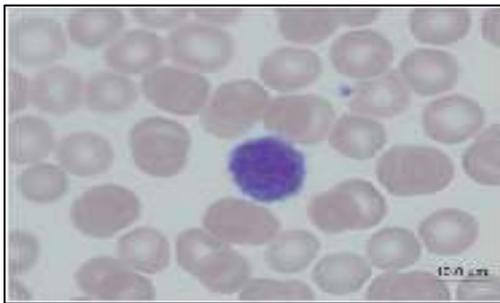


Figura 68-1: Macrotrombocito

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.517).

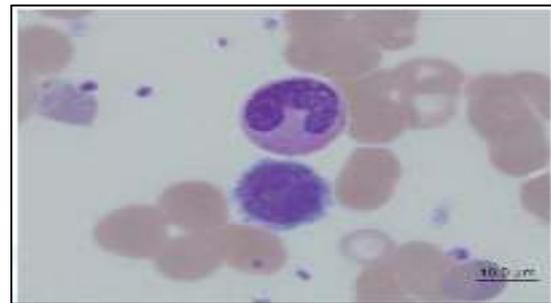


Figura 69-1: Macrotrombocito en síndrome dismielopoyético

Fuente: (Campuzano, 2008c: p.517).

1.11.1.2. *Seudotrombocitosis*

Indica el falso aumento en el recuento de plaquetas, fenómeno in vitro, usualmente está asociado a enfermedades como la crioglobulinemia, neoplasias asociada a la fragmentación celular, algunas leucemias a partir del inicio de las quimioterapias, en casos de quemaduras severas(Campuzano, 2008c: p.518).

1.11.2. Alteraciones en el recuento de las plaquetas

1.11.2.1. Trombocitopenia

Indica la disminución plaquetaria con respecto a la relación con el valor mínimo (Campuzano, 2008c: p.519).

1.11.2.2. Trombocitosis

Indica el aumento plaquetario en relación al valor máximo esperado, no tiene diferencias por género, edad, ni etnia (Campuzano, 2008c: p.519).

1.11.3. Variaciones morfológicas de las plaquetas

1.11.3.1. Variaciones del tamaño

- Síndrome de Wiskott-Aldrich.- Raro desorden hereditario ligado al cromosoma X producido por una mutación en el gen WASP localizado en el brazo corto del cromosoma X, este síndrome se caracteriza por la tríada de trombocitopenia, inmunodeficiencia y eczema, que se manifiesta por hemorragias y aumento en la susceptibilidad a las infecciones bacterianas y virales (Campuzano, 2008c: p.521).
- Síndrome de Bernard-Soulier.- También conocido como distrofia trombocitaria-hemorrágica congénita, es un desorden de la función plaquetaria caracterizado por trombocitopenia, plaquetas gigantes y tiempo de sangría prolongado siendo el resultado de la anomalía molecular que afectan las plaquetas (Campuzano, 2008c: p.522).

1.11.3.2. Alteraciones de la forma

- Anisocitosis plaquetaria.- Expresa la variación del tamaño de las plaquetas, siendo útil para el diagnóstico diferencial de trombocitopenias de origen inmunológico y relacionado fundamentalmente con enfermedades mieloproliferativas (Campuzano, 2008c: p.524).
- Poiquilocitosis plaquetaria.- Expresa la variación de la forma de las plaquetas, al existir esta alteración altamente sospechoso un proceso mieloproliferativo especialmente cuando están acompañadas de otras alteraciones cuantitativas o cualitativas del hemograma (Campuzano, 2008c: p.525).

1.11.3.3. Alteraciones del contenido citoplasmático

Las plaquetas al perder o no tener los gránulos α se observan pálidas o “grises” dando un cuadro clínico conocido como síndrome de plaqueta gris, donde se observan también a los neutrófilos marcados por los hipogranulos con la finalidad de afianzar el diagnóstico, además las plaquetas agranulares se pueden observar en pacientes con flebotomías traumáticas debido a que durante el procedimiento se pueden degranular las plaquetas como respuesta al trauma de la flebotomía (Campuzano, 2008c: p.525).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

Por el método de investigación

- Cuantitativo

Según el objetivo

- Aplicada

Según el nivel de profundización en el objeto de estudio

- Descriptiva

Según la manipulación de variables

- No experimental

Según el tipo de inferencia

- Deductiva – inductiva

Según el período temporal

- Transversal

2.2. Diseño de la investigación

No experimental

2.3. Localización del estudio

El presente proyecto de investigación se realizó en los trabajadores de las gasolineras de la ciudad de Ambato que aceptaron ser parte del estudio.

Las determinaciones citomorfológicas en la línea blanca, línea roja y plaquetaria de las muestras tomadas, se realizaron en el laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

2.4. Población de estudio

La población de estudio fue compuesta por hombres y mujeres que laboran en las diferentes gasolineras de la ciudad de Ambato.

2.5. Tamaño de muestra

103 muestras de sangre de los trabajadores de las gasolineras de la ciudad de Ambato y 10 muestras pertenecientes al blanco de comparación (personas que no están en contacto con los hidrocarburos).

2.6. Método de muestreo

Método no probabilístico por conveniencia del investigador, eligiendo la muestra en base al análisis estadístico de las encuestas previamente realizadas.

2.7. Materiales, equipos y reactivos

2.7.1. *Materiales*

- Encuestas
- Esferos
- Mandil
- Guantes
- Mascarilla
- Cofia
- Capilares
- Plastilina
- Tubos tapa lila
- Torniquete
- Vancountainer (Cápsula)
- Agujas
- Torundas de algodón
- Portaobjetos
- Cámara de Neubauer
- Pipetas Pasteur
- Pipetas de Thoma

- Gradilla
- Agitador
- Homogenizador
- Regleta
- Cinta adhesiva
- Marcador
- Lápiz
- Toallas absorbentes
- Calculadora
- Cronometro
- Plaqueros
- Tubos eppendorf
- Pipetas automática regulable de 100 μ L
- Pipeta automática regulable de 1000 μ L

2.7.2. Equipos

- Microscopio
- Baño María
- Piano para conteo leucocitario
- Microcentrífuga

2.7.3. Reactivos

- Agua destilada
- Tinción Wright
- Tinción Giemsa
- Tinción Panóptico
- Tinción azul cresil brillante
- Aceite de inmersión

2.8. Socialización del tema de trabajo de titulación en las gasolineras

El presente proyecto de investigación fue presentado en las gasolineras de la ciudad de Ambato, con solicitud entregada a los directivos de cada uno de los establecimientos siendo aprobada y contando con la colaboración del personal que labora de manera directa en las gasolineras ya sea

como administrativos, despachadores o dispensadores y guardias de seguridad, llevando a cabo la recolección de muestras en días programados, explicando la finalidad del estudio y dando a conocer a través de charlas en cada uno de los establecimientos con la entrega de trípticos donde se detallaba más explícitamente los factores de riesgo que puede conllevar la prolongada exposición laboral en la salud del individuo.

2.9. Recolección de datos

Para la recolección de datos se destinó 5 días en horario de 7am – 10 am, asistiendo a cada una de las gasolineras para la aplicación de la encuesta validada con la finalidad de recolectar los posibles factores de riesgo que desencadenen las alteraciones citomorfológicas de la línea blanca, línea roja y plaquetaria del individuo, junto a la recolección de muestras sanguíneas del personal que fue procesada y analizada en el laboratorio de Análisis Clínicos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, contando con el apoyo personal de integrantes del grupo de investigación LEISHPAREC (Leishmaniosis y otras parasitosis en el Ecuador).

2.10. Análisis de las muestras

2.10.1. Recolección de información

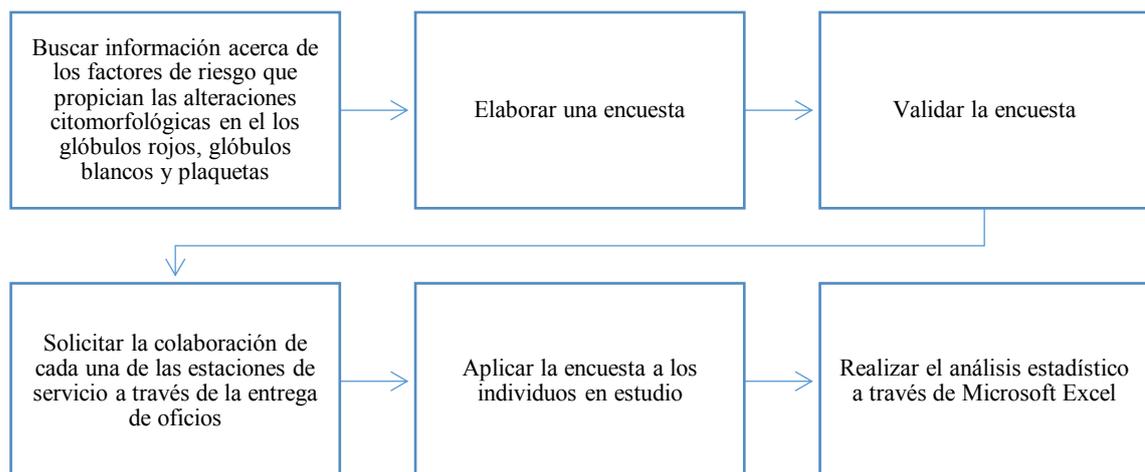


Gráfico 1-2: Recolección de información

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.2. Extracción de sangre

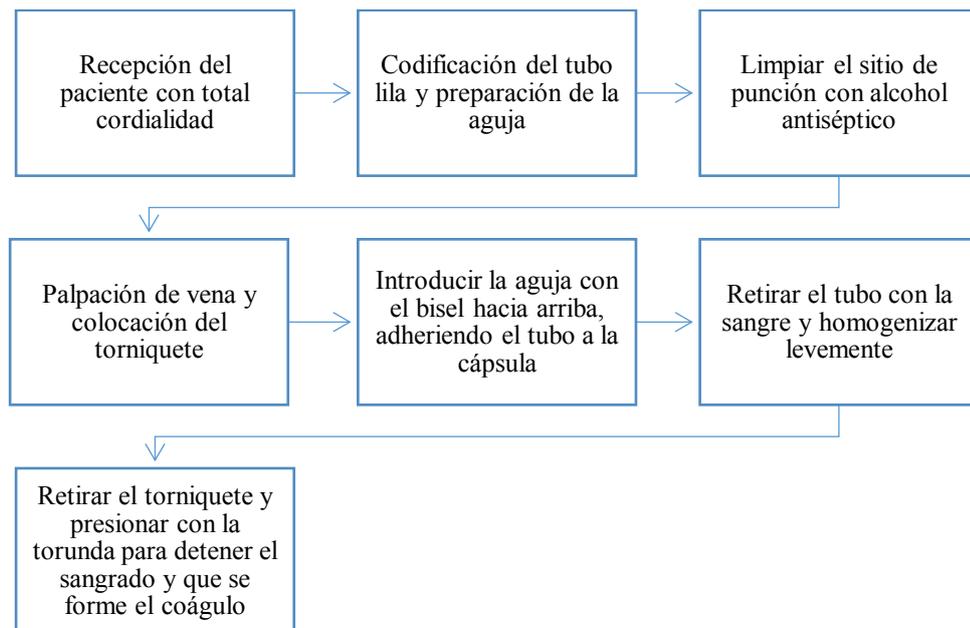


Gráfico 2-1: Extracción de sangre

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.3. Recuento total de leucocitos

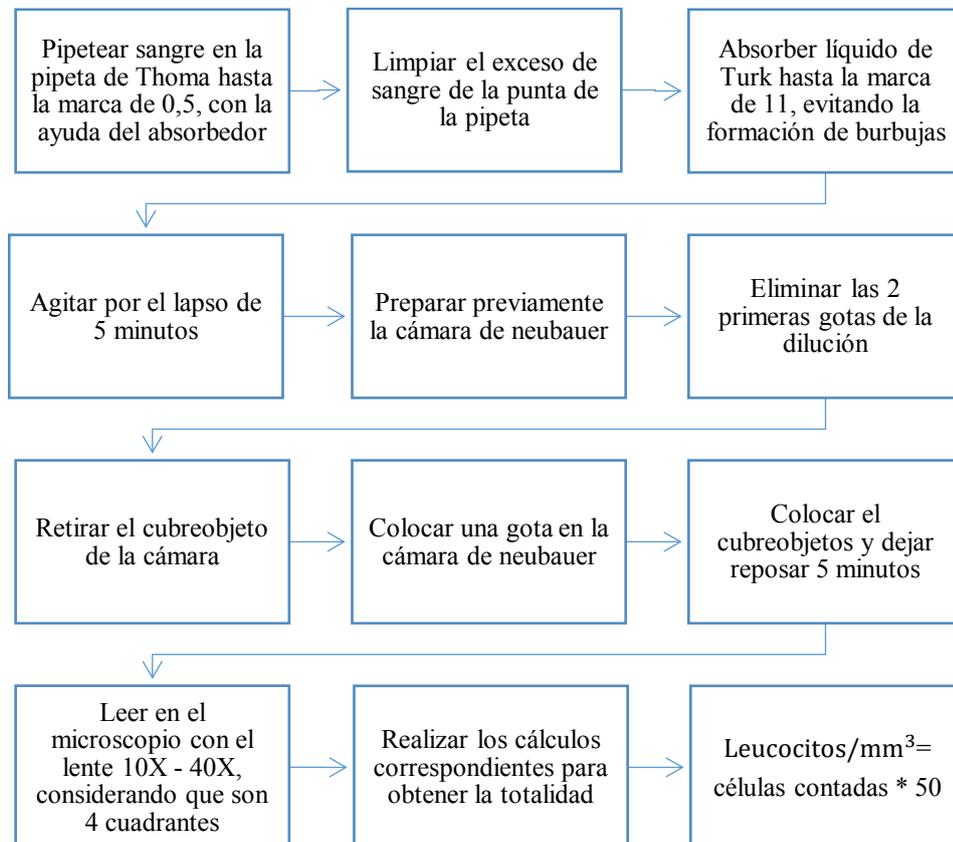


Gráfico 3-2: Recuento total de leucocitos

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.4. Determinación de hematocrito

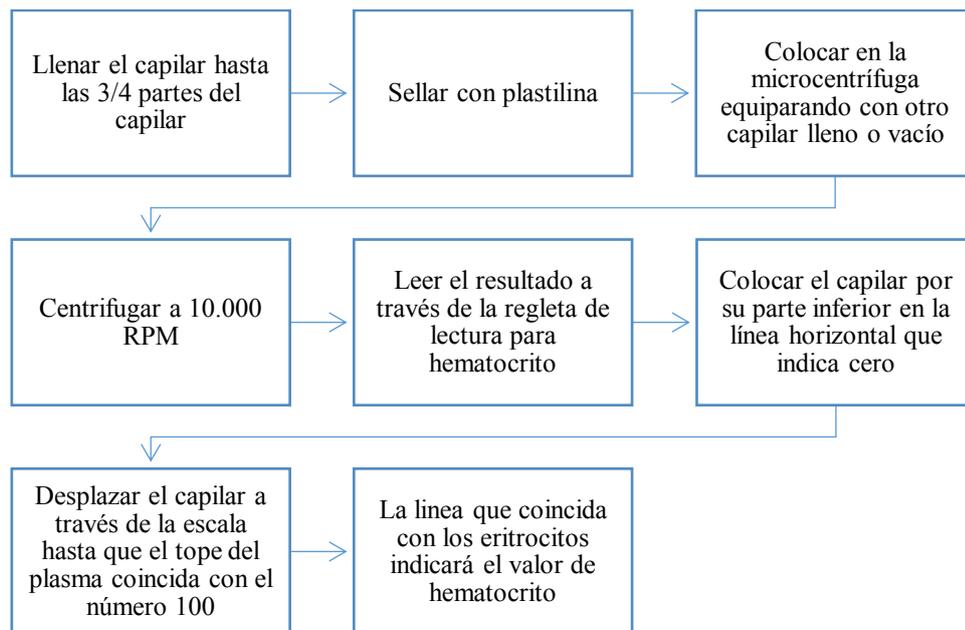


Gráfico 4-2: Determinación de hematocrito

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.5. Determinación de glóbulos rojos

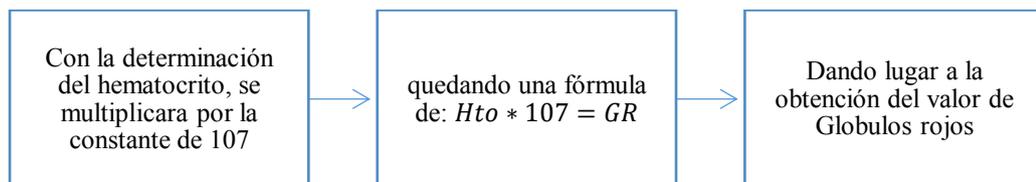


Gráfico 5-2: Determinación de Glóbulos Rojos

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.6. Determinación de hemoglobina

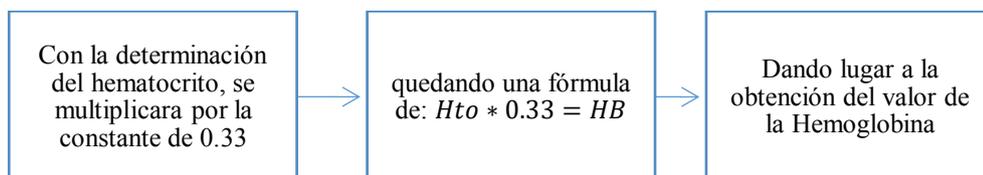


Gráfico 6-2: Determinación de hemoglobina

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.7. Determinación de índices hematimétricos secundarios

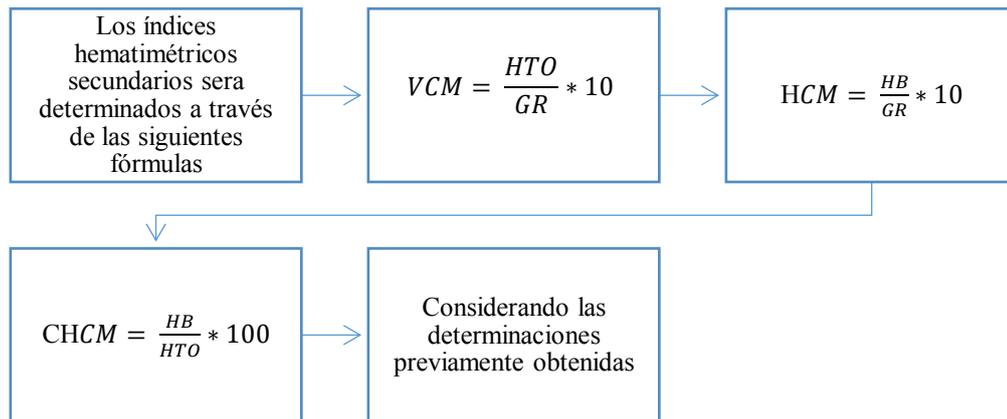


Gráfico 7-2: Determinación de índices hematimétricos secundarios

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.8. Frotis sanguíneo

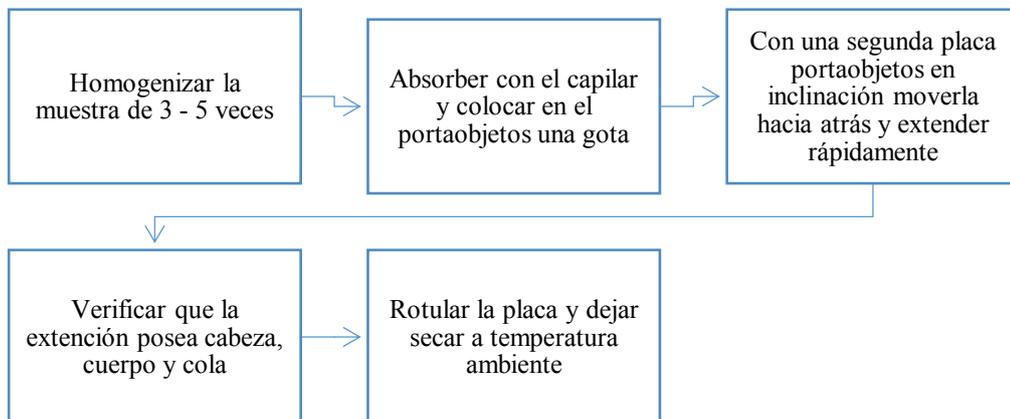


Gráfico 8-2: Frotis sanguíneo

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.9. Recuento diferencial leucocitario y alteraciones citomorfológicas

2.10.9.1. Tinción Wright

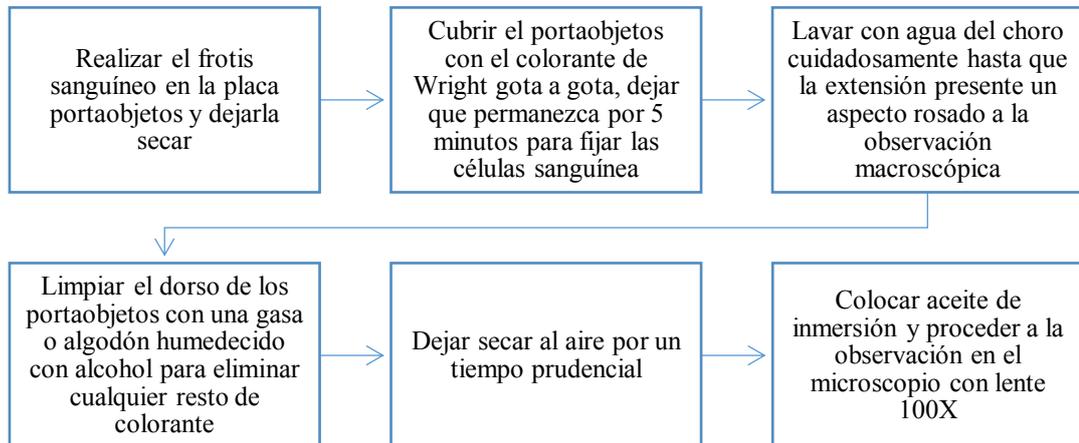


Gráfico 9-2: Tinción Wright

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.9.2. Tinción Giemsa

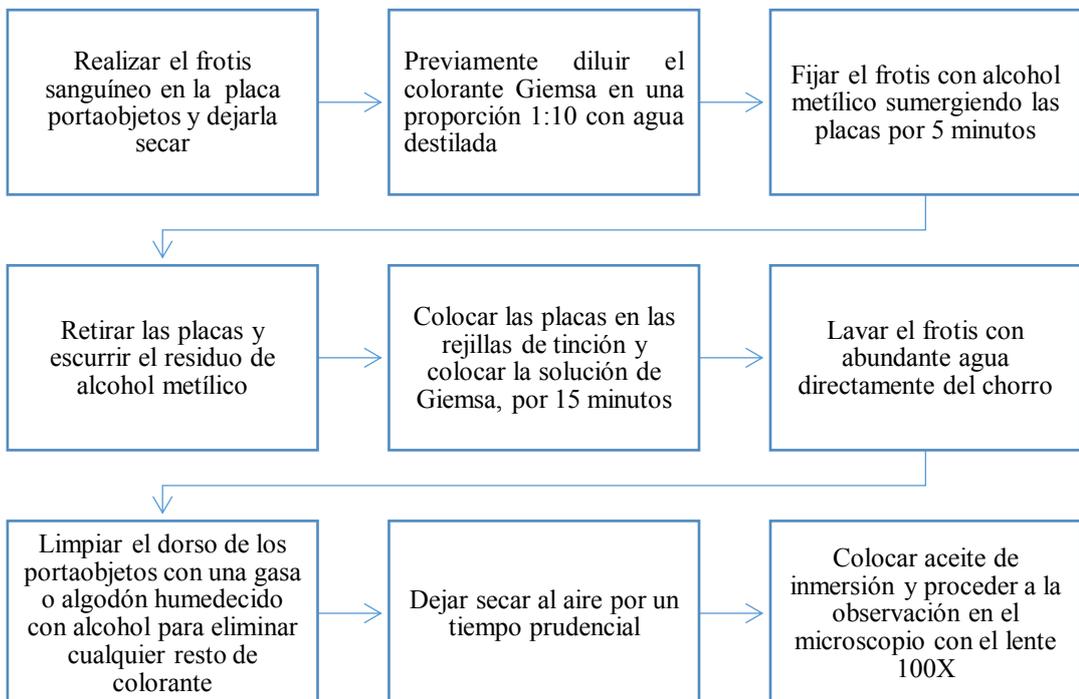


Gráfico 10-2: Tinción Giemsa

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.9.3. *Tinción Panóptico*

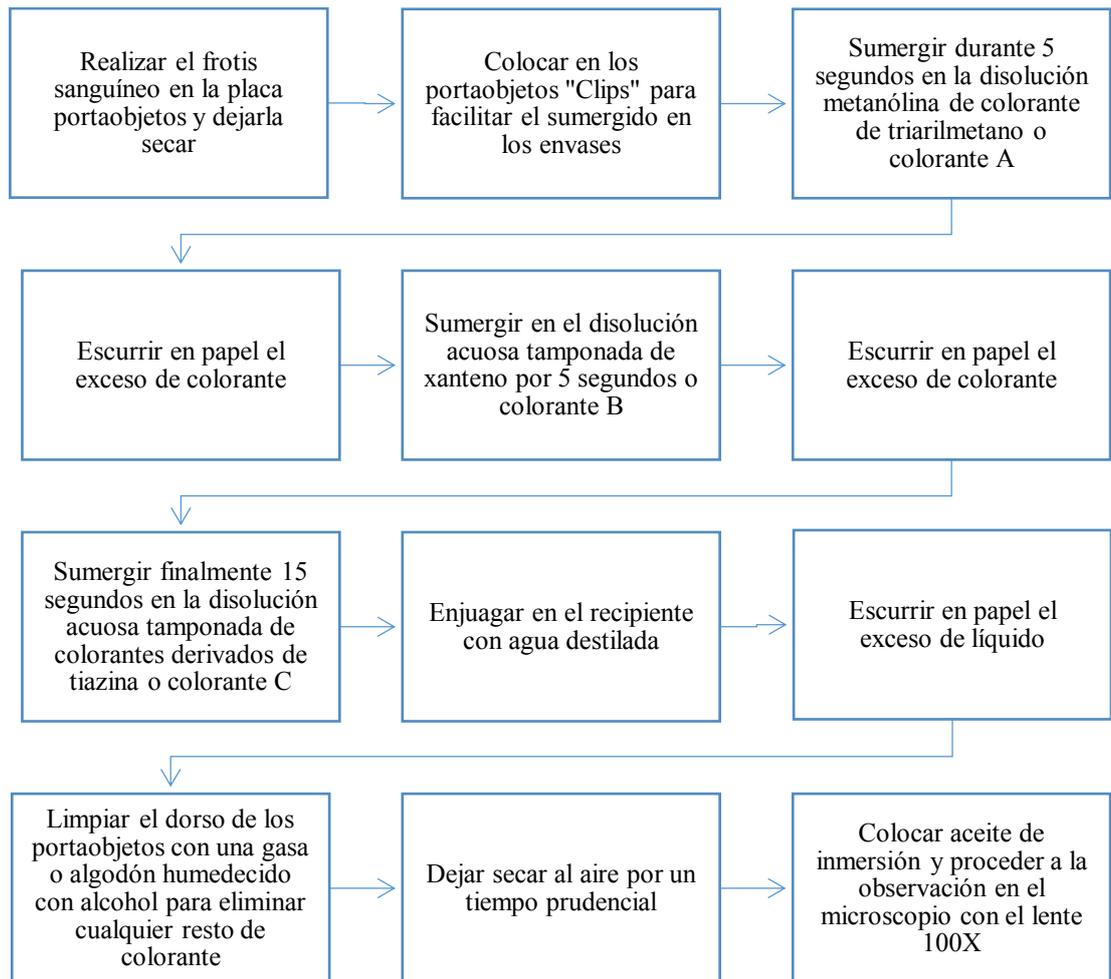


Gráfico 11-2: Tinción de Panóptico

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.10. *Determinación de plaquetas*

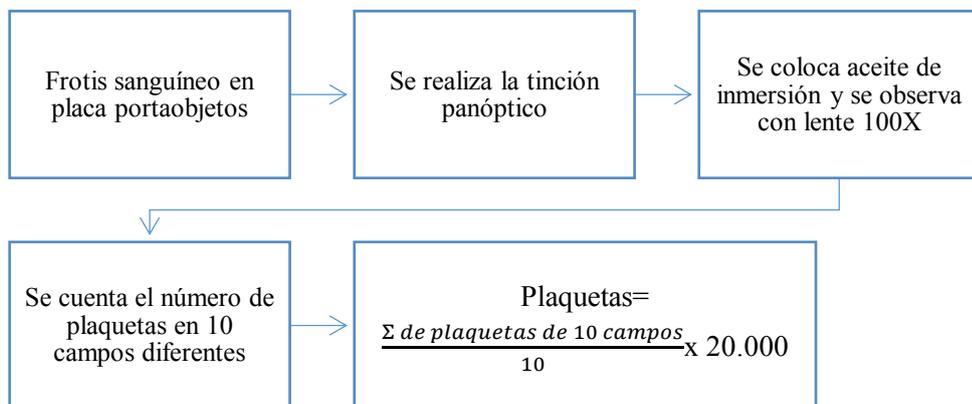


Gráfico 12-2: Determinación de plaquetas

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.10.11. Recuento de reticulocitos

2.10.11.1. Tinción Azul cresil brillante

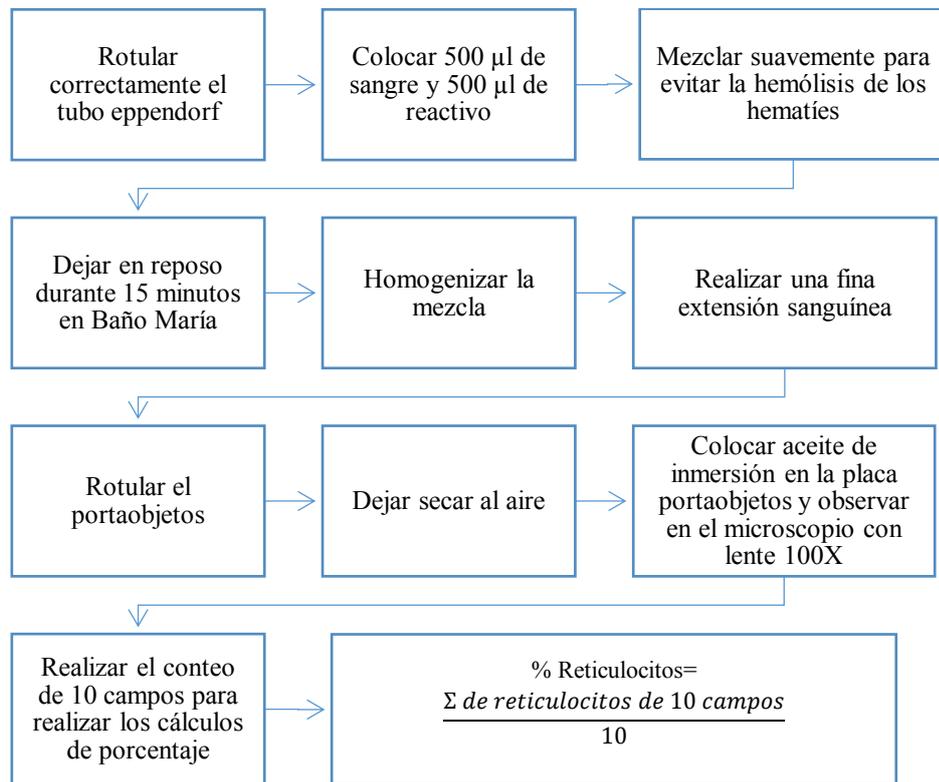


Gráfico 13-2: Tinción Azul cresil brillante

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

2.11. Análisis estadístico

El análisis estadístico de la encuesta y de los datos obtenidos se llevó a cabo en el programa Microsoft Excel 2013, que sirvió para recolectar los antecedentes y encontrar el porcentaje de los diferentes parámetros determinados en el estudio, para poder diferenciarlos los que se encuentran dentro de los valores de referencia, valores alterados y disminuidos.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADO, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Resultados de las encuestas realizadas al personal que labora en las gasolineras y al blanco de comparación

Tabla 1-3: Edad de los encuestados

Edad	Nº Personas	Porcentaje
<25 años	14	13%
25 – 50 años	84	74%
>50 años	15	13%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay 2020

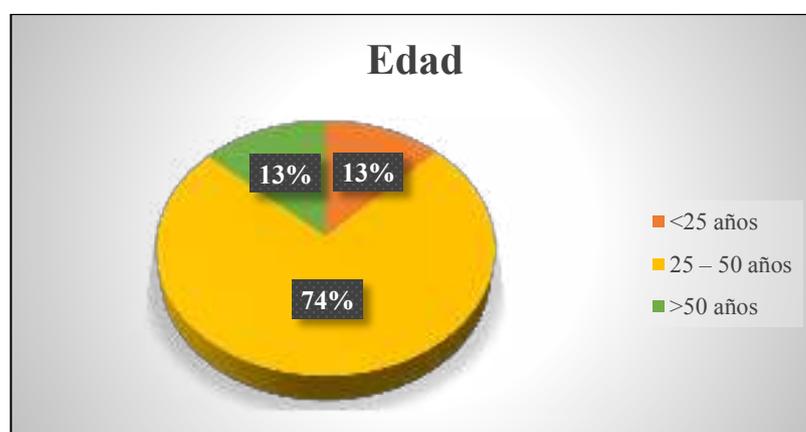


Gráfico 1-3: Resultados de la edad de las personas encuestadas

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 1-3 se puede observar la edad de la muestra en estudio, predominando la mayor cantidad de individuos en un rango de edad de 25 – 50 representado por el 74%, seguido de individuos menores a 25 años correspondiente al 13%, individuos mayores a 50 años en un 13% dando una totalidad de 113 personas, de los cuales 10 pertenecen al blanco de comparación que fueron personas pertenecientes a otro ámbito laboral, en los diferentes estudios relacionados a las alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina siendo uno de los principales el benceno, consideran a individuos mayores de 18 años, en la segunda investigación a individuos en una edad de $36,4 \pm 9,7$ años y una última

investigación aplicada en individuos con una edad media de 41,7 años, evidenciándose que no existe un rango de edad establecido para la selección de la muestra a estudiarse, en cada una de las investigaciones afines a nuestro estudio se diferencia también que no presentan blanco de comparación a través del cual se podrá diferenciar la presencia o ausencia de alteraciones hematológicas en la línea roja, blanca, plaquetaria y el porcentaje de reticulocitos de acuerdo a la exposición laboral (Negrín, et al., 2014: p.123; Chávez y Poveda, 2016: p.7; Ordóñez, p.8).

Tabla 2-3: Género de los encuestados

Género	Nº Personas	Porcentaje
Femenino	67	59%
Masculino	46	41%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay 2020

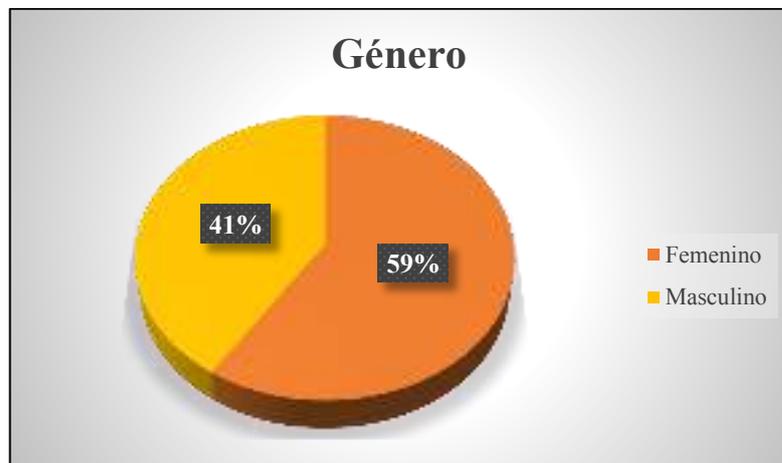


Gráfico 2-3: Género de los individuos encuestados

Realizado por: Tatiana Paguay 2020

Análisis:

En el gráfico 2-3 se observa los porcentajes correspondientes al género de los individuos participantes del estudio, evidenciándose que predomina el género femenino con un porcentaje de 59%, en relación al género masculino con un porcentaje de 41%, en comparación a los estudios realizados que se encuentran directamente relacionados con alteraciones hematológicas no existe preferencia alguna por uno de los géneros para llevar a cabo la investigación (Haro, et al., 2012: p.3).

Tabla 3-3: Pregunta N° 1. Escoja el cargo que usted desempeña en esta empresa

Alternativas	N° Personas	Porcentaje
Administrativo	30	27%
Personal de gestión	50	44%
Personal de limpieza	6	5%
Otros	27	24%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay 2020

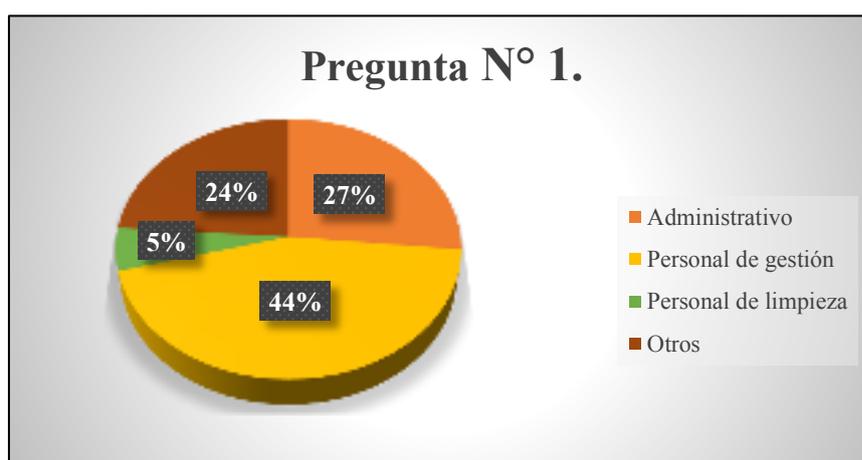


Gráfico 3-3: Resultados de la pregunta N° 1.

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 3-3 se muestra 4 áreas laborables dentro de las gasolineras colaboradoras para este proyecto de investigación, el 44% pertenece al personal de gestión o más conocidos como “despachadores” de los diferentes tipos de combustibles disponibles, seguido del 27% correspondiente al personal administrativo encargado de la parte legislativa ubicado dentro de los establecimientos, el 24% corresponde a otro personal que labora dentro de las estaciones de servicio, finalmente el 5% al personal de limpieza que presta sus servicios en las diversas sucursales, diferenciando 4 áreas de exposición asociadas directamente al ambiente laboral en contacto con los derivados de los hidrocarburos de las muestras en estudio, comparando con otra investigación que estudia las alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a la mezcla de BTX donde diferencian 13 áreas de trabajo sin especificación de relación directa o indirecta a los diferentes componentes de los derivados de los hidrocarburos (Haro et al., 2012: p.3).

Tabla 4-3: Pregunta N° 2. ¿Qué tiempo lleva trabajando en esta empresa?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
6 meses – 1 año	30	27%
1 – 3 años	22	20%
3 – 5 años	23	20%
5 – 10 años	23	20%
Más de 10 años	15	13%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay 2020

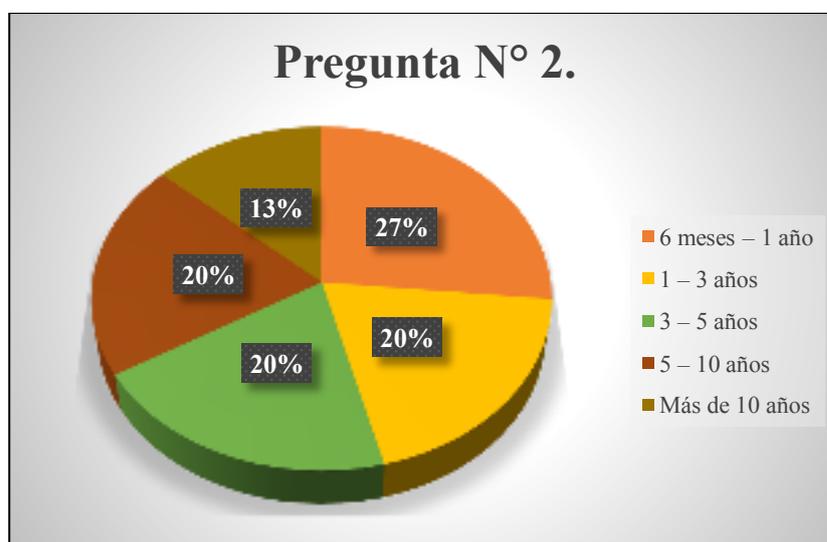


Gráfico 4-3: Resultados de la pregunta N°2.

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 4-3 se observa la categorización de acuerdo al tiempo de trabajo en cada una de las estaciones de servicio, evidenciándose que el 27% corresponde a personal que trabaja en un lapso de 6 meses – 1 año, seguido del 20% para el personal que trabaja de 1 – 3 años, 20% para individuos que trabajan de 3 – 5 años, 20% para individuos que laboran de 5 - 10 años, finalmente el 13% corresponde a personal que labora más de 10 años en cada una de las gasolineras, considerando que el tiempo de trabajo es un antecedente que se relaciona directamente con la presencia de alteraciones citomorfológicas de la línea roja, línea blanca y plaquetaria, nuestro proyecto de investigación consideró para la obtención de la muestra a individuos que posean un tiempo laboral mínimo de 6 meses y un lapso mayor a los 10 años, en relación a otras investigaciones que estudian las alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina consideran a individuos con antigüedad laborar no menor a 4 meses continuos o en rango mínimo de 2 años y máximo de 26 años (Haro, et al., 2012: p. 3; Ordóñez, 2013: p.43).

Tabla 5-3: Pregunta N° 3. ¿Usted fuma?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Todos los días	12	10%
1 vez por mes	11	10%
2 a 3 veces por mes	6	5%
Más de 3 veces por mes	3	3%
Nunca	81	72%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

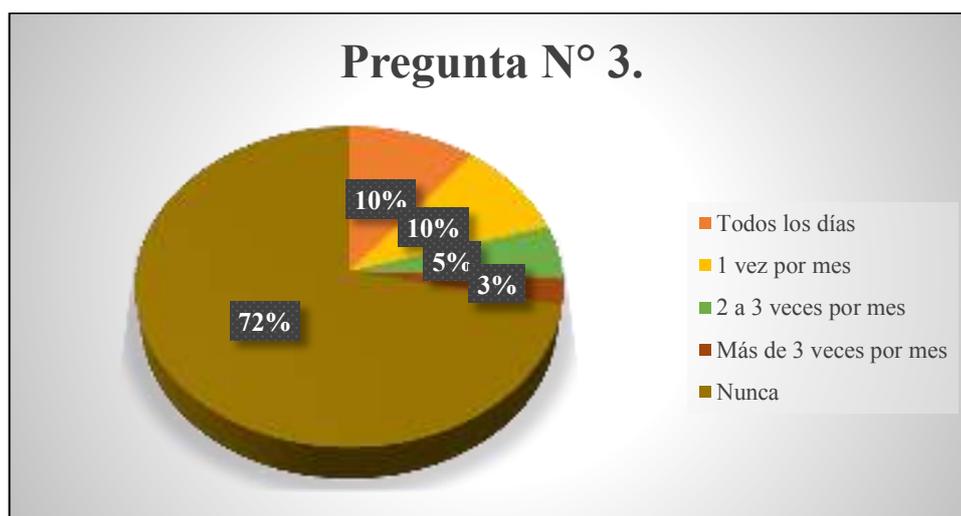


Gráfico 5-3: Resultados de la pregunta N° 3

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 5-3 se evidencia la frecuencia de consumo de tabaco de la población en estudio teniendo como resultado que el 72% de los individuos nunca fuma, seguido del 10% fuma todos los días, el 10% 1 vez por mes, 5% fuma de 2 a 3 veces por mes, el 3% fuma más de 3 veces por mes, de acuerdo a la *American Cancer Society* el humo del tabaco contiene diversas sustancias químicas alrededor de 70 componentes que son conocidos como carcinógenos, encontrando entre ellos al benceno convirtiéndose en un factor de riesgo para la presencia de alteraciones hematológicas y problemas oncológicos en los individuos en estudio, en relación a otras investigaciones de alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina existen individuos con el hábito de consumo de tabaco en el 2,63% y el hábito de consumo de alcohol con 28,95%, en otra investigación relacionada predomina los hábitos tabáquicos y alcohólicos tanto para los individuos expuestos y los no expuestos a los componentes derivados de los hidrocarburos (American Cancer Society, 2017; Ordóñez, 2013: p.43; Negrin, et al., 2014: p.124).

Tabla 6-3: Pregunta N° 4. ¿Ha sentido alguna de las siguientes molestias en su salud?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Cansancio o debilidad	59	35%
Abundante sed	20	12%
Tos	26	15%
Dolor de pecho	9	5%
Pérdida de apetito	21	12%
Sensación de llenura tras comer poco	19	11%
Otros	9	5%
Nada	9	5%
Total	172	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

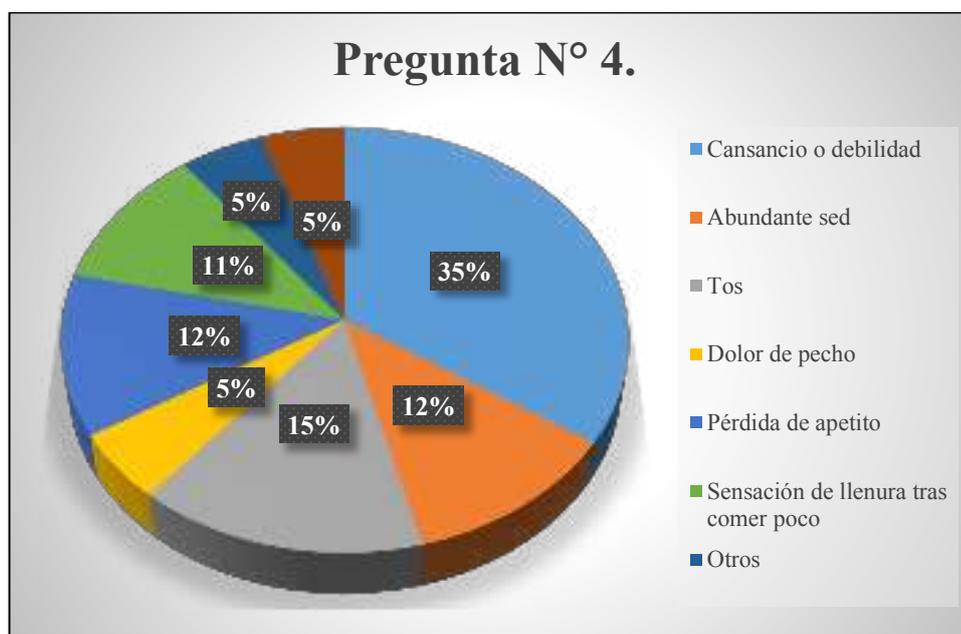


Gráfico 6-3: Resultados de la pregunta N° 4.

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 6-3 se evidencia los diferentes síntomas evaluados en el estudio predominando el 35% que presenta cansancio o debilidad, seguida el 15% presenta tos, un 12% que presenta pérdida de apetito y abundante sed, el 11% presenta sensación de llenura tras comer poco, el 5% presenta otros tipo de sintomatología como náuseas y mareos, finalmente el 5% de individuos no presenta síntoma alguno, en comparación a datos bibliográficos consideran que la exposición prolongada a los diversos componentes de los hidrocarburos aromáticos compuesto

principalmente por benceno, tolueno y xileno su toxicidad en concentraciones moderadas puede generar sintomatología como vértigo, somnolencia, tos, ronquera, cefalea, náuseas, en casos de intoxicaciones crónicas puede llegar a perder el conocimiento, convulsiones, presentar irritación bronquial, edema pulmonar y neumonía seguidos de fatiga, coma o llegar a causar hasta la muerte, concordando con la sintomatología presentada por los individuos de la muestra en estudio que evidencia la toxicidad de los componentes de la gasolina (Fonseca, Heredia y Navarrete, 2010: p. 4).

Tabla 7-3: Pregunta N° 5. Con que frecuencia se realiza un control médico

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Cada 3 meses	8	7%
Cada 6 meses	7	6%
Una vez al año	40	36%
Cuando presento molestias	58	51%
Total	113	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

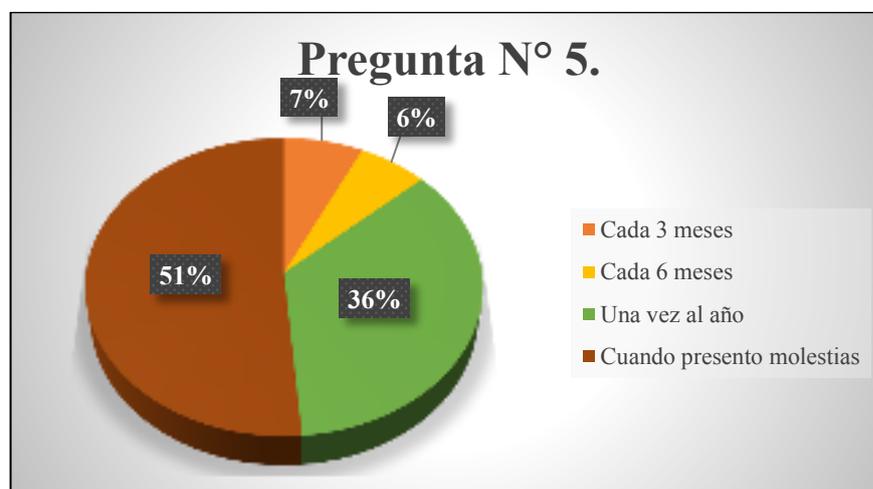


Gráfico 7-3: Resultados de la pregunta N° 5.

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 7-3 muestra la frecuencia del control médico que realiza la muestra en estudio, el 51% de los individuos encuestados realiza un control médico cuando presenta molestias en su salud, seguido del 36% que lo hace una vez al año, el 7% cada 3 meses, y el 6% cada 6 meses, evidenciando que la precautelación de su estado de salud es menospreciado pues esperan circunstancias extremas para realizar un control médico completo.

3.2. Resultados de las determinaciones de los parámetros hematológicos en los individuos en contacto con los Hidrocarburos

3.2.1. Recuento total de glóbulos blancos

Tabla 8-3: Resultado del recuento total de leucocitos

Glóbulos blancos	Muestra	Porcentaje
Leucocitosis (>10.000/mm ³)	24	23%
Normal 5.000 – 10.000/mm ³	67	65%
Leucopenia (<5.000/mm ³)	12	12%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Valores referenciales:

Leucocitos en el recuento total: 5.000 – 10.000/mm³ (Loja, Gualán & Molina, 2012: p.8).

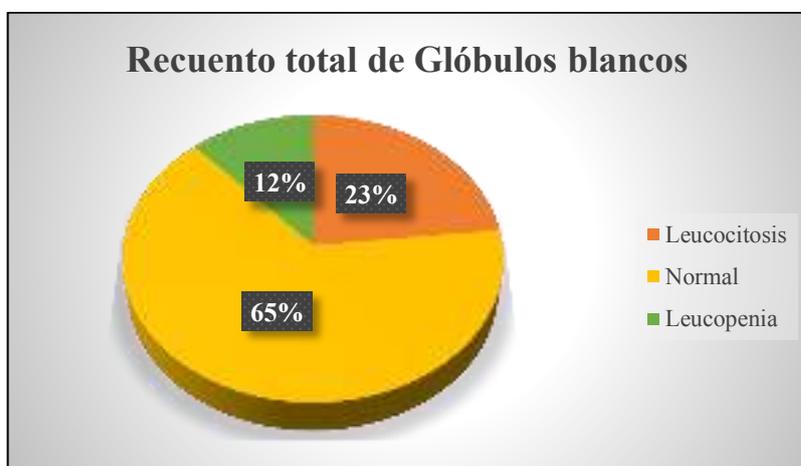


Gráfico 8-3: Resultados del recuento total de leucocitos

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 8-3 se observa los resultados del recuento total de leucocitos, evidenciándose que 24 individuos que corresponden al 23% presentan leucocitosis refiriéndose al aumento del número normal de leucocitos en el recuento total, 67 individuos que corresponden al 65% se encuentran dentro de los parámetros referenciales de 5.000 – 10.000/mm³, y 12 individuos correspondiente al 12% presenta leucopenia conociéndolo como la disminución de leucocitos en recuento total, atribuyéndole como presunta causa la exposición prolongada al benceno como componente primordial de los productos derivados de los hidrocarburos, estos resultados concuerda en comparación a la investigación realizada por Ordóñez (2013: p.44) sobre la identificación de

alteraciones hematológicas por exposición a benceno en los despachadores de dos estaciones de servicio de gasolina en Quito que obtuvo como resultados en la línea blanca: leucopenia en 50,67% y linfocitopenia de 6,67%, se corrobora también con el estudio realizado por Chávez y Poveda (2016: p.51) los resultados obtenidos en el conteo total de leucocitos fue de 1,6% presentó leucocitosis, el 93,5% presentó un conteo normal y el 4,9% de trabajadores presentaron leucopenia, estas alteraciones hematológicas en la línea blanca como son la leucocitosis y la leucopenia se manifestaron desde el año 1981 a través de la Organización Mundial de la Salud debido a la exposición a benceno en períodos prolongados, siendo el desencadenante de alteraciones en la médula ósea (Fonseca, Heredia y Navarrete, 2010: p.8; Ordóñez, 2013: p.44; Chávez y Poveda, 2016: p.51).

3.2.2. Recuento diferencial de glóbulos blancos

Tabla 9-3: Resultados de la fórmula leucocitaria de la muestra

Fórmula leucocitaria	MUESTRA							
	BAJO		NORMAL		ALTO		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Neutrófilos segmentados	4	4	88	85%	11	11	103	100%
Neutrófilos cayados	0	0	88	85%	15	15	103	100%
Linfocitos	1	1	96	93%	6	6	103	100%
Eosinófilos	29	28	62	60%	12	12	103	100%
Monocitos	0	0	103	100%	0	0	103	100%
Basófilos	0	0	83	81%	20	19	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Valores referenciales:

Neutrófilos segmentados: 40 – 70%

Neutrófilos cayados: <5%

Linfocitos: 17 – 45%

Eosinófilos: 1 – 4%

Monocito: 0 - 10%

Basófilos: 0 - 1.2%(Loja, Gualán& Molina, 2012: p.8).

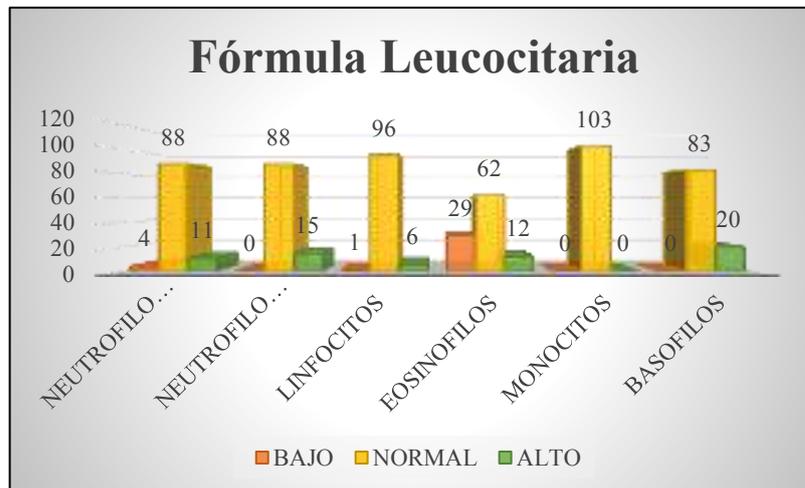


Gráfico 9-3: Resultado de la fórmula leucocitaria en la muestra

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 9-3 se evidencia los resultados de la fórmula leucocitaria de la muestra correspondiente a 103 individuos en contacto directo a los hidrocarburos y sus derivados, en el conteo de neutrófilos segmentados presentó el 4% de individuos neutropenia, el 85% de pacientes valores dentro del rango referencial, el 11% de trabajadores presentó neutrofilia más conocida como desviación a la izquierda definiendo como la existencia de una infección bacteriana; en el conteo de neutrófilos cayados el 85% de individuos presento valores $>5\%$ pero el 15% de trabajadores sobrepaso los valores referenciales definiéndolo como problemas a nivel de la medula ósea; en el conteo de linfocitos el 1% de individuos presentó linfocitopenia, el 93% de trabajadores valores dentro del rango de referencia, 6% de individuos presentaron linfocitosis o denominada como desviación a la derecha definiendo la existencia de una infección viral; en el conteo de eosinófilos el 28% pacientes presento eosinopenia, el 60% de trabajadores presento un conteo normal, el 12% presentó eosinofilia; en el conteo de basófilos el 83% de trabajadores presentó valores dentro de los valores de referencia, el 19% de trabajadores presentó basófilia, en comparación a estudios que buscaban determinar alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina existen parámetros que concuerda con los valores obtenidos para la muestra en estudio mencionando el primer estudio por Chávez y Poveda (2016: pp. 51-55) que obtuvieron como resultados del conteo de neutrófilos el 1,6% de trabajadores neutrofilia, el 65,6% pacientes tuvieron un conteo de neutrófilos dentro del rango de referencia y el 32,8% presentaron neutropenia; en el conteo de los linfocitos ningún trabajador presentó linfopenia, el 80,3% de trabajadores presentaron un conteo normal de linfocitos y el 19,7% de pacientes linfocitosis; en el conteo de monocitos el 11,5% de los trabajadores monocitopenia, el 86,9% de individuos un conteo normal y el 1,6% monocitosis; en el conteo de eosinófilos ningún trabajador presento eosinopenia, el 96,7% un conteo normal de eosinofilos y tan solo el 3,3% eosinofilia; en el conteo

de basófilos el 85,2% de trabajadores un conteo normal, el 14,8% de pacientes tuvo basofilia en el conteo celular, en un segundo estudio en la fórmula leucocitaria presentan linfocitopenia en un 18,6%, finalmente un último estudio con características similares los parámetros hematológicos de las individuos expuestos y no expuesto a los componentes de la gasolina se encuentran dentro de los valores de referencia sin diferencias estadísticas significativas (Haro, et al., 2012: p.3; Negrín, et al., 2014: p.124; Chávez y Poveda, 2016: pp. 51-55).

3.2.3. Determinación de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios

Tabla 10-3: Resultados de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios

Glóbulos Rojos	RECUENTOS EN RELACIÓN A LOS VALORES REFERENCIALES							
	BAJO		NORMAL		ALTO		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Eritrocitos	7	7	69	67	27	26	103	100%
Hematocrito	5	5	74	72	24	23	103	100%
Hemoglobina	3	3	77	75	23	22	103	100%
VCM	0	0	103	0	0	0	103	100%
HCM	0	0	103	0	0	0	103	100%
CHCM	0	0	103	0	0	0	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Valores referenciales:

Eritrocitos: 4,5 – 5,5 millones/ mm^3

Hematocrito: 42 - 47 %

Hemoglobina: 12 – 16 g/dl

Volumen Corpuscular Medio (VCM):80 – 100 ft

Hemoglobina Corpuscular Media (HCM):27 – 32 pg

Concentración de la Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM): 32 – 36% (Loja, Gualán & Molina, 2012: p.4).

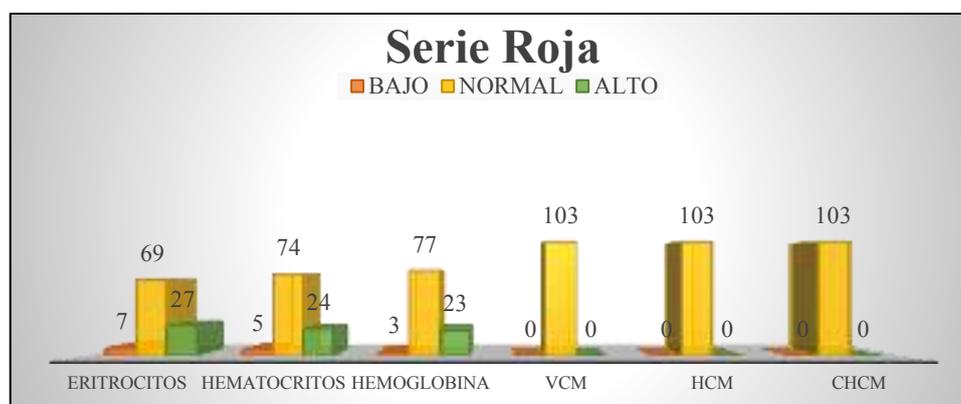


Gráfico 10-3: Resultados de Glóbulos rojos e índices eritrocitarios

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 10-3 se evidencia los resultados de eritrocitos y los índices eritrocitarios primarios y secundarios, obteniendo como resultados de los eritrocitos a 7% de individuos con valores disminuidos, el 67% de personas con valores normales, el 26% de trabajadores presenta valores alterados, en la determinación del hematocrito 5% de pacientes presenta valores disminuidos, el 72% de trabajadores presenta valores normales y el 23% de individuos presentó valores alterados, en la determinación de la hemoglobina el 3% de individuos presento valores disminuidos, 75% de trabajadores valores normales y el 22% valores alterados, con respecto a los índices eritrocitarios secundarios presentaron valores normales establecidos a través de valores referenciales seguidos para el estudio, en comparación a otro estudio que presento un valor promedio de VCM para individuos con mayor antigüedad de $91,6 \pm 6,6$, femtolitros frente a los de menor antigüedad con un promedio de $88,65 \pm 7,2$ femtolitros, mencionando que la toxicidad del tolueno y xileno de manera individual no puede presentar efectos hematotóxicos importantes, y atribuyéndole esta característica toxicológica al benceno que puede llegar a potenciar sus efecto aun en presencia de dosis bajas (Haro, et al., 2012: p.3).

3.2.4. Determinación de Reticulocitos

Tabla 11-3: Resultado de los Reticulocitos

Reticulocitos	Nº Personas	Porcentaje
Aumentados	15	15%
Normales	88	85%
Disminuidos	0	0%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Valores referenciales:

Reticulocitos: 0,5 – 1,5 % (Loja, Gualán& Molina, 2012: p.4).

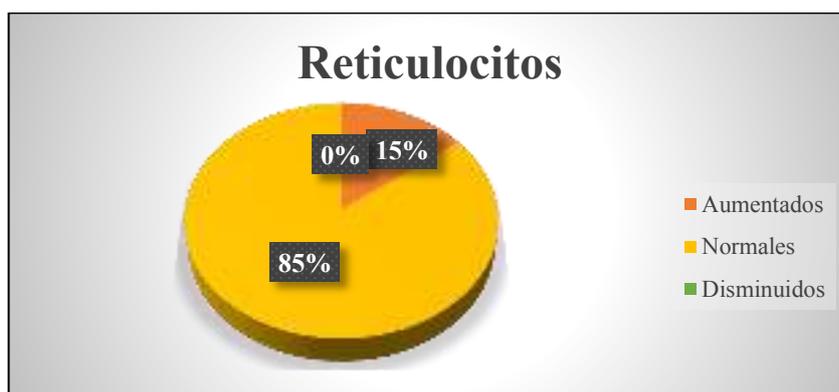


Gráfico 11-3: Resultado de los reticulocitos

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 11-3 se evidencia que 15 individuos correspondientes al 15% de la muestra presentan valores de Reticulocitos que sobrepasan el valor referencial $>1,5\%$, relacionándolos directamente con el valor de cayados que representa un problema a nivel de la médula ósea, conociendo que los reticulocitos permiten la evaluación de la actividad eritropoyética es decir la capacidad de producción eritrocitaria, considerado como parte complementaria en el hemograma, presentando valores aumentados en caso de anemias hemolíticas corpuscular o extracorpúscular y hemorragias agudas, sus valores disminuidos puede deberse a déficit de nutrientes, infecciones o inflamaciones crónicas, enfermedades crónicas e invasión medular (Hernández, Fundadora y Andrade, 2015: p. 363; Becker, 2001: p.4).

3.2.5. Determinación de plaquetas

Tabla 12-3: Resultado del conteo plaquetario

Plaquetas	N° Personas	Porcentaje
Aumentados	0	0%
Normales	103	100%
Disminuidos	0	0%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Valores de referencia:

Recuento de plaquetas: 150.000-450.000/ μL (Campuzano, 2008c, p.514).

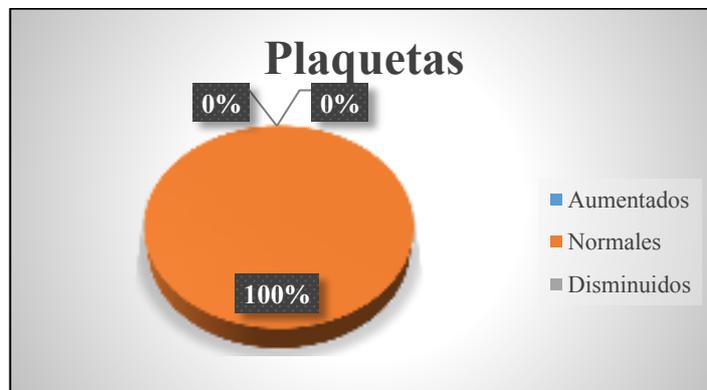


Gráfico 12-3: Resultado del conteo plaquetario

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 12-3 se evidencia los resultados del recuento plaquetario donde obtuvimos valores dentro de los parámetros referenciales 150.000 – 450.000 / μL , en comparación al estudio realizado

por Ordoñez (2013: p. 50) concuerda al no tener mayor afectación a nivel plaquetario, en relación a otros estudios afines a la investigación presentaron plaquetopenia en el 7,2% y finalmente otra investigación presentó valores dentro del rango de referencia sin diferencias estadísticas significativas entre ellas (Haro, et al., 2012: p.3; Negrín, et al., 2014: p.124).

3.2.6. Resultado de Alteraciones de los glóbulos rojos

3.2.6.1. Tamaño

Tabla 13-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en tamaño

Tamaño	Nº muestras	Porcentaje
Anisocitosis	11	11%
Microcitosis	1	1%
Macrocitosis	1	1%
Megalocito	2	2%
Sin alteraciones	88	85%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020



Gráfico 13-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en tamaño

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 13-3 se evidencia el resultado de alteraciones de los eritrocitos en referencia al tamaño, predominando el 85% de muestras sin alteraciones de tamaño, seguidas del 11% correspondiente a alteraciones de tamaño denominadas como anisocitosis evidenciándose en un mismo campo del frotis sanguíneo la diferenciación apreciable de eritrocitos de mayor y menor diámetro, seguidos de megalocitos con 2% caracterizado por presentar un diámetro mayor a 11 micras sobrecargados de hemoglobina al evidenciar su presencia en el frotis de sangre periférica indica la desviación de la eritropoyesis, continuando con microcitosis del 1% y 1% de macrocitosis del total de las muestras, en comparación a estudios que buscaron determinar

alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina presentaron macrocitos de 19,6% (Merino, 2015: p.41; Piaggio y Paseyro, 2004: p.33; Haro, et al., 2012: p. 3).

3.2.6.2. Morfología

Tabla 14-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en morfología

Morfología	Nº muestras	Porcentaje	Porcentaje aproximado
Eliptocitos	2	1,9%	2%
Dacriocitos	7	6,8%	7%
Dianocitos	2	1,9%	2%
Estomatocitos	17	16,5%	17%
Esquistocitos	2	1,9%	2%
Equinocitos	42	40,8%	41%
Acantocitos	7	6,8%	7%
Drepanocitos	1	1,0%	1%
Roleaux	1	1,0%	1%
Sin alteraciones	22	21,4%	21%
Total	103	100%	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

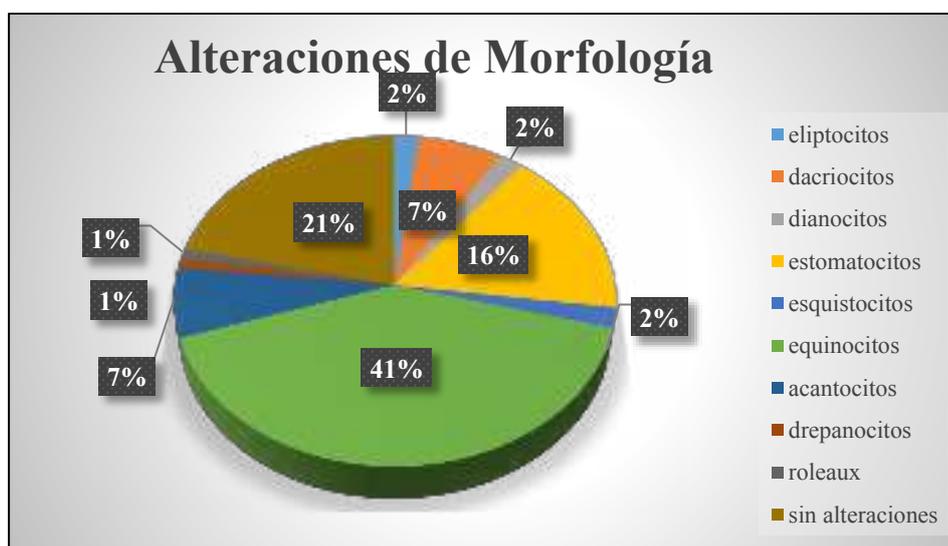


Gráfico 14-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en morfología

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 14-3 se evidencia el resultado de las alteraciones eritrocitarias referente a la morfología predominando los equinocitos con 41% caracterizada por su forma esférica con espículas cortas distribuidas por la superficie presente en la disminución de ATP intraeritrocitario, insuficiencia renal; el 21% no presentó alteraciones morfológicas en la muestra, el 16% corresponde a estomatocitos en las muestras analizadas caracterizadas por el exceso de agua en

la región central en forma de boca presentes en anemias hemolíticas, talasemia, déficit de hierro, anemia megaloblástica; dacriocitos en un 7% caracterizadas por su área central de mayor contenido hemoglobínico, observados en talasemias, anemias ferropénicas, hepatopatías crónicas; acantocitos en un 7%; eliptocitos en 2%; dianocitos en un 2%; drepanocitos en 1%; roleaux en 1%, en comparación a los estudios relacionados con alteraciones hematológicas en exposición a los componentes de los derivados de los hidrocarburos no presentó alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos (Merino, 2015: pp.6, 46, 50; Haro, et al., 2012: p.3).

3.2.6.3. Color

Tabla 15-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en color

Alternativas	Nº muestras	Porcentaje
Hipocromía	2	2%
Hipercromía	0	0%
Policromasia	0	0%
Sin alteraciones	101	98%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020



Gráfico 15-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en color

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 15-3 se evidencia el resultado de las alteraciones eritrocitarias en referencia al color, predominando el 98% sin alteraciones, seguido del 2% que presenta hipocromía caracterizados por menor contenido de hemoglobina presente en anemia ferropénica, talasemias o en caso de exposición laboral prolongada a plomo, en comparación con estudios que buscaron determinarlas alteraciones hematológicas por la exposición a los componentes de la gasolina obtuvieron como

resultados una hipocromía del 10,3% del total de los participantes concordando parcialmente con los resultados de nuestra investigación (Merino, 2015: p.55; Grinspan, 2005: p.282; Haro, et al., 2012; p.3).

3.2.6.4. Inclusiones eritrocitarias

Tabla 16-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en inclusiones eritrocitarias

Inclusiones eritrocitarias	Nº muestras	Porcentaje
Punteado basófilo	1	1%
Cuerpo de Heinz	3	3%
Sin alteraciones	100	96%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020



Gráfico 16-3: Resultados de alteraciones de Glóbulos Rojos en inclusiones eritrocitarias

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 16-3 se evidencia el resultado de las alteraciones eritrocitarias referente a las inclusiones eritrocitarias predominando el 96% sin alteraciones; cuerpo de Heinz con el 3%; el punteado basófilo representando el 1%, de acuerdo a diversos estudios se considera que el punteado basófilo está directamente asociado a la toxicidad del plomo debido a que interfiere en la degradación de los pirimidin 5' nucleótidos retardando la degradación del RNA ribosómico, permitiendo el aglutinamiento de los ribosomas no degradados y evidenciándose la formación del punteado basófilo, siendo indicativo de exposición o intoxicación por plomo, en comparación a estudios relacionados a las alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina indica que no encontraron alteraciones hematológicas en la línea roja referente a inclusiones eritrocitarias (Ordóñez, 2013: p.41; Chávez y Poveda, 2016: p. 59; Molina et al., 2012: p.8).

3.2.7. Resultado de las Alteraciones morfológicas de glóbulos blancos

Tabla 17-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de Glóbulos Blancos

Morfología blancos	Nº muestras	Porcentaje
Vacuolización	2	2%
Linfocito reactivo	7	7%
Sombras de Grumpretch	1	1%
Sin alteraciones	93	90%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020



Gráfico 17-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de Glóbulos Blancos

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 17-3 se evidencia los resultados de las alteraciones morfológicas de los glóbulos blancos, predominando el 90% de muestras sin alteraciones, seguido del 7% representado por linfocitos reactivos siendo observados por estímulos de procesos infecciosos virales o como respuesta inmunitaria de los individuos en presencia de componentes tóxicos, 2% de muestras con vacuolización presentes en el citoplasma de los leucocitos presentes en individuos con infecciones e intoxicación por etanol, hepatitis toxica, cetoacidosis diabética y 1% de sombras de grumpretch, en comparación con los estudios realizados por Ordóñez (2013: p.51), Chávez y Poveda (2016: p.58) con respecto a las alteraciones hematológicas en exposición a los componente de la gasolina no encuentran alteraciones morfológicas en la línea blanca observadas en frotis de sangre periférica (Terry, et al., 2016: p.161; Campuzano, 2008a: p.435).

3.2.8. Resultado de Alteraciones morfológicas de plaquetas

Tabla 18-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de plaquetas

Morfología de plaquetas	Nº muestras	porcentaje
Satelitismo plaquetario	1	1%
Sin alteraciones	102	99%
Total	103	100%

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020



Gráfico 18-3: Resultado de las alteraciones morfológicas de plaquetas

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Análisis:

En el gráfico 18-3 se evidencia el resultado de las alteraciones morfológicas de las plaquetas predominando el 99% sin alteraciones estando en relación con el conteo plaquetario que no presentó valores alterados, tan solo el 1% representando a una muestra presentó satelitismo plaquetario, en comparación a otros estudios afines a la investigación de alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina presentaron plaquetopenia en el 7,2% y otro presentó valores dentro del rango de referencia sin diferencias estadísticas significativas entre ellas (Haro, et al., 2012: p.3; Negrín, et al., 2014: p.124).

3.2.9. Comparación de las técnicas de tinción hematológicas

Las tinciones utilizadas para la complementación de la investigación fueron de tipo Romanovsky, tinciones compuestas por eosina (colorante ácido) y tiacinas (colorantes básicos) como el azul de metileno y derivados como los colorantes azur obtenidos a través de la desmetilación oxidativa. Los 3 tipos de tinciones usadas en la investigación: tinción Wright, Giemsa y Panóptico, son las más empleadas para la coloración de frotis sanguíneo en muestras de sangre periférica. A través

de la cual se observó los elementos sanguíneos de forma homogénea, caracterizados por los colorantes básicos que se encargan de teñir las estructuras ácidas como los núcleos y los gránulos de los basófilos y los colorantes ácidos encargados de teñir las estructuras alcalinas de las células, como la hemoglobina y los gránulos de eosinófilos, mencionando que la tinción Wright y Giemsa permitió la observación de las estructuras morfológicas pero en algunas placas presentó precipitaciones y aglutinaciones, siendo un inconveniente en la lectura pues podía conllevar a la confusión morfológica de las muestras en estudio, sobresaliendo la tinción de panóptico principalmente por su rapidez de ejecución y su capacidad de no precipitar en la realización de la tinción, permitiendo así la observación clara las estructuras morfológicas, corroborando la información obtenida con las observaciones realizadas en las 2 tinciones anteriores a lo largo del extendido periférico, pudiendo identificar en su totalidad cada una de las estructuras en la línea blanca, línea roja y plaquetaria de manera clara y precisa, en comparación al estudio realizado por Chávez y Poveda (2016: p.7) que buscó determinar alteraciones hematológicas por la exposiciones a los componentes de la gasolina utilizan un solo tipo de tinción como fue la técnica de Wright para la coloración del frotis sanguíneo con la finalidad de la observación de las estructuras morfológicas de los elementos sanguíneos (Chávez y Poveda, 2016: Escobar, Barrero y Gómez, 2017: p.68; Eurovet, 2019: p.1).

3.3. Resultados de las determinaciones de los parámetros hematológicos en el grupo blanco de comparación

Tabla 19-3: Resultados de las determinaciones hematológicas de los blancos de comparación

Código	GB 5.000 – 10.000/ <i>mm</i> ³	Segmentados 40 – 70%	Cayados <5%	Linfocitos 17 – 45%	Eosinófilos 1-4%	Monocitos 0-10%	Basófilos 0 – 1,2%
B-1	5900	55	0	40	1	3	1
B-2	5150	61	0	36	1	2	0
B-3	7850	59	0	35	1	4	1
B-4	7650	57	0	37	4	2	0
B-5	9400	66	0	29	2	3	0
B-6	5100	67	0	28	2	2	1
B-7	5100	65	0	31	2	2	0
B-8	5300	58	0	38	1	3	0
B-9	5800	62	0	33	2	2	1
B-10	5300	61	0	32	2	5	0

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

Fuente: (Loja, Gualán& Molina, 2012: p.8).

GB: Glóbulos blanco

Tabla 20-3: Resultados de las determinaciones hematológicas de los blancos de comparación

Có dig o	GR 4,5 – 5,5 millones / mm^3	HT O 42 – 47%	HB 12 – 16 g/dl	VCM 80 – 100 ft	HCM 27 – 32 pg	CHCM 32 – 36%	Reticulo citos 0,5 – 1,5 %	Alteraci ones	Plaquetas 150.000- 450.000/ μ L
B-1	5,2	49	16,17	94,23	31,10	33	0,8	Negativo	362.000
B-2	5,1	48	15,84	94,12	31,06	33	0,9	Negativo	386.000
B-3	5,02	47	15,51	93,63	30,90	33	1	Negativo	374.000
B-4	4,9	46	15,18	93,88	30,98	33	1,1	Negativo	332.000
B-5	4,8	45	14,85	93,75	30,94	33	0,9	Negativo	340.000
B-6	4,7	44	14,52	93,62	30,89	33	0,8	Negativo	372.000
B-7	4,9	46	15,18	93,88	30,98	33	1	Negativo	382.000
B-8	5,02	47	15,51	93,63	30,90	33	0,9	Negativo	376.000
B-9	4,8	45	14,85	93,75	30,94	33	1,2	Negativo	358.000
B-10	5,04	48	15,84	95,24	31,43	33	0,9	Negativo	320.000

Realizado por: Tatiana Paguay, 2020

GR: Glóbulos rojos; HTO: Hematocrito; HB: Hemoglobina; VCM: Volumen Corpuscular Medio; HCM: Hemoglobina Corpuscular Media; CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

Análisis:

Los resultados obtenidos en las muestras del blanco de comparación corresponden al 10% de la población de estudio (103 muestras), provenientes de individuos de otro ámbito laboral que no sean las gasolineras. Para el estudio se contó con la colaboración de personal del sindicato de choferes profesionales, evidenciándose en las tablas 19-3 y 20-3 los resultados de las determinaciones hematológicas, encontrándose dentro de los valores de referencia seguidos para el estudio, manifestando valores de glóbulos blancos dentro del valor de referencia de 5.000 – 10.000/ mm^3 , su fórmula leucocitaria normal contando con valores de neutrófilos en un rango de 40 – 70%, linfocitos de 17 – 45%, monocitos de 0 – 10%, eosinófilos 1 – 4%, basófilos de 0 – 1,2%; valores de glóbulos rojos entre 4,5 – 5,5 millones/ mm^3 , sus índices eritrocitarios primarios como HB 12 – 18 gramos/decilitro y HTO entre 42 – 47%, sus índices eritrocitarios secundarios como el VCM entre 80 – 100 femtolitros, HCM con valores de 27 – 32 picogramos, CHCM con valores de 32 – 36%, en la lectura del frotis sanguíneo no presenta alteraciones eritrocitarias, leucocitarias ni plaquetarias, su porcentaje de Reticulocitos se encuentran dentro de los valores de referencia 0,5 – 1,5%, en comparación a otros estudios que buscaron la identificación de alteraciones hematológicas por exposición a los componentes de la gasolina en los despachadores de las estaciones de servicio no existe muestra de blanco de comparación, el presente estudio evaluó estas muestras para la comparación con los resultados obtenidos de la muestra en estudio, a través de las cuales se determinó que individuos de otro ámbito laboral no presentan alteraciones citomorfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria, asociando directamente la presencia de alteraciones hematológicas de los individuos en exposición a los derivados de los hidrocarburos de acuerdo al ámbito laboral (Loja, Gualán & Molina, 2012: pp. 4-8; Ruiz, 2009: pp.13-15; Campuzano, 2008c, p.514; Chávez y Poveda, 2016: p.7; Ordóñez, p.8).

CONCLUSIONES

- Evaluamos las alteraciones citomorfológicas en la línea roja presentando el 7% valores disminuidos atribuyéndole anemia, 26% con valores aumentados definiéndola como poliglobulina, el hematocrito 5% disminuidos y 23% aumentados, la hemoglobina 3% disminuidos y 22% aumentado, en referencia a los índices eritrocitarios secundarios presentaron valores normales; en la línea blanca en el conteo leucocitario total presento leucocitosis el 23% y leucopenia el 12%; las plaquetas presentaron valores dentro de los rangos de referencia.
- Estimamos los antecedentes de los individuos en estudio mediante la realización de una encuesta previamente validada, a través de la cual se determinó la edad, el género, el cargo o rol que desempeña en la gasolinera, el tiempo de trabajo que estará relacionado directamente con el lapso de exposición, conocimos sus hábitos de consumo de tabaco, la sintomatología que presenta relacionada a la intoxicación para los componente de los productos derivados de los hidrocarburos y su preocupación o compromiso con la realización de un control médico para conocer su estado clínico.
- Analizamos las muestras sanguíneas a través de la realización de frotis sanguíneo de las diferentes muestras con la finalidad de detectar alteraciones citomorfológicas en glóbulos rojos predominando en el tamaño la anisocitosis con 11%, en la morfología los equinocitos con 41%, en coloración la hipocromía con 2%, en inclusiones eritrocitarias los cuerpo de Heinz con 3%; en glóbulos blancos en la morfología predomino los linfocitos reactivos con 7%, en las plaquetas se observó satelitismo plaquetario en el 1% de los trabajadores.
- Comparamos las técnicas de tinción Wright, Giemsa y Panóptico para verificar las alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, concluyendo que de los 3 tipos de tinciones aplicadas la que mejor resultado para la observación microscópica con lente de inmersión 100X fue la tinción de panóptico por no presentar precipitaciones y por su rapidez de ejecución, seguido de la tinción Wright y Giemsa señalando que en algunas placas presentó precipitaciones y aglutinaciones, siendo estas 3 tinción en conjunto las que permitieron una mejor visibilidad y diferenciación de las estructuras de la morfológicas de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

- Observamos el porcentaje de reticulocitos en el frotis sanguíneo con azul cresil brillante, mostrándonos resultados del 85% con valores dentro del rango de referencia siendo los reticulocitos responsables de evidenciar la actividad y capacidad de producción eritrocitaria a partir de la eritropoyesis y el 15% de la muestra presento valores $>1,5\%$ corroborando esta información con la cantidad de neutrófilos en banda o cayados indicando problemas en la médula ósea.
- Comparamos los resultados obtenidos de la población de estudio de una totalidad de 103 individuos pertenecientes a las gasolineras y el 10% de la población refiriendo un total de 10 muestras de blanco (individuos perteneciente al sindicato de choferes los que colaboraron para el complemento del estudio), manifestando que los resultados del blanco para los parámetros de glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas, conteo de reticulocitos, se encontraron dentro de los valores referencial seguidos por el estudio, en cuanto a alteraciones morfológicas no se observó ninguna en las diferentes tinciones frente a los de las muestra en estudio que presentaron valores disminuidos o alterados de los rangos referenciales y que si presentaron alteraciones morfológicas en la línea roja, línea blanca y plaquetaria.
- Capacitamos a la población en estudio a través de charlas y la entrega de trípticos con información acerca de la importancia del cuidado a la exposición a combustibles y también acerca de la seguridad laboral que debería prestar el empleador a cada uno de los individuos

RECOMENDACIONES

- Los propietarios de cada una de las gasolineras como empleadores deberían brindar la seguridad laboral al empleado a través de la proporcionalidad de mascarillas, guantes y gafas junto con la vestimenta adecuada para las actividades.
- Sugerir a los empleadores el control médico en un lapso de 6 meses a 1 año para ver las afectaciones que puede causar la exposición en sus empleados
- En caso de presentar molestias de salud suspender o cambiar de ambiente laboral para evitar posibles complicaciones mayoritarias a largo plazo
- Recomendamos la utilización de mascarillas N-95 de acuerdo a las directrices de los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), destinado para la reducción de la exposición del usuario a ciertas partículas dispersas en el ambiente incrementando la bioseguridad laboral.
- Concientizar a la población del chequeo médico semestral o anual para prevenir problemas relacionados en el ámbito laboral siendo de primordial atención los despachadores de las gasolineras al existir la exposición a los componentes de los derivados de los hidrocarburos.

GLOSARIO

Agranulocito: Leucocito agranular, denominación que reciben el linfocito y el monocito de la sangre debido a que al microscopio óptico no se detecta su contenido de gránulos específicos (Speroni, 2016: p.21).

Basófilo: Célula de la sangre que representa un tipo de leucocito granular, es el leucocito menos abundante, tiene un núcleo formado por 2 o 3 lóbulos y numerosos gránulos basófilos, se genera en la médula ósea roja y su función no se conoce aún con certeza, aunque se cree que está relacionado con los mastocitos del tejido conectivo (Speroni, 2016: p.35).

Célula NK: Célula perteneciente al sistema linfático que se origina a partir de la línea linfoide, reconoce y mata células anormales propias (de tumores, o infectadas por virus). La denominación “NK” proviene del inglés, la sigla abrevia la expresión “*natural killer*” (Speroni, 2016: p.50).

Eosinófilo: Célula de la sangre que representa un tipo de leucocito granular, tiene un núcleo formado por 2 lóbulos y numerosos gránulos eosinófilos, se genera en la médula ósea roja y cuando sale del torrente sanguíneo cumple funciones en el sistema inmune (Speroni, 2016: p.74).

Hematopoyesis: Proceso de formación, desarrollo y maduración de los elementos formes (células) de la sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) a partir de la célula madre pluripotencial. Durante la vida embrionaria y fetal la hematopoyesis ocurre en el hígado y en el bazo, pero luego se desarrolla en la médula ósea roja (Speroni, 2016: p.97).

Hemostasia: Conjunto de mecanismos que mantienen la sangre fluida y dentro de los vasos sanguíneos. Entre esos mecanismos se cuenta a la coagulación que detiene hemorragias. Las plaquetas (trombocitos) están involucradas en estos mecanismos (Speroni, 2016: p.97).

Leucocito: Cada uno de 5 tipos celulares presentes en la sangre, a saber: neutrófilo, eosinófilo, basófilo, linfocito y monocito. Los leucocitos se clasifican en 2 grupos: granulocitos y agranulocitos. Esta clasificación se basa en que se detecte, o no se detecte, cuando se observan al microscopio óptico, su contenido de gránulos específicos (Speroni, 2016: p.107).

Linfocito: Célula perteneciente al sistema linfático que se origina a partir de la línea linfoide. Los linfocitos son células muy importantes en el sistema inmune y se encuentran libres, agrupados (como tejido linfático difuso o tejido linfático folicular) o representando el tipo celular más

importante en órganos como el ganglio linfático, el bazo o el timo. Los linfocitos pueden pertenecer a distintos tipos: B, T o NK (Speroni, 2016: p.110).

Médula ósea: Porción de los huesos que se ubica en las cavidades del tejido óseo esponjoso o en el conducto medular (que se encuentra en los huesos largos), está formada por tejido conectivo y se clasifica en: “médula ósea roja” (tejido hematopoyético) y “médula ósea amarilla” (tejido adiposo) (Speroni, 2016: p.114).

Neutrófilo: Célula de la sangre que representa un tipo de leucocito granular, es el leucocito más abundante, tiene un núcleo segmentado en 3 a 5 lóbulos (unidos mediante filamentos de cromatina) y numerosos gránulos que contienen distintos tipos de proteínas (enzimas, lactoferrina, defensinas), se genera en la médula ósea roja y cuando sale del torrente sanguíneo cumple funciones en el sistema inmune, es capaz de fagocitar y eliminar microorganismos e interactuar con otras células durante la respuesta inmune (Speroni, 2016: p.129).

Plasma: Matriz extracelular de la sangre compuesta por agua (cerca del 93%), albúmina y factores de coagulación producidos por el hígado, inmunoglobulinas (anticuerpos producidos por las células plasmáticas), sales, hormonas producidas por distintas glándulas y otras sustancias (Speroni, 2016: p.145).

Volemia: Volumen total de sangre circulante, en el humano adulto es aproximadamente 5 L (Speroni, 2016: p.188).

BIBLIOGRAFIA

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO (ARCH). *Informe detallado de análisis de hidrocarburos* [En línea]. [Consulta 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/>

ALONSO, M. “Índices Reticulocitarios: Fracción inmadura de reticulocitos (FIR), Contenido de Hemoglobina de Reticulocitos (CHR). *Laboratorio en Hematología* [En línea]. 2013, (Argentina) 17(1), pp.67-69. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://sah.org.ar/Revista/numeros/vol17-n1-67-69-Sah1-5C.pdf>

AMERICAN CANCER SOCIETY. Sustancias químicas nocivas en los productos de tabaco [En línea]. 05 de abril de 2017. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/causas-del-cancer/tabaco-y-cancer/agentes-cancerigenos-en-los-productos-de-tabaco.html#referencias>

ANDRINOLO, DARÍO & SEDAN, DANIELA. Toxicología general y aplicada: Capítulo 5. Agentes tóxicos particulares. [En línea]. Buenos Aires – Argentina: Editorial de la Universidad de la plata, 2019, pp. 171 – 248. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/download/1031/1017/3351-1>

ARANA, D., et al. “Agentes químicos en el ámbito sanitario” [En línea] Pamplona - Madrid. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT). Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. 2010. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: http://istas.net/descargas/ENMT_Monografia_Guia_Agentes_Quimicos%5b2%5d.pdf

BECKER, A. “Interpretación del hemograma”. *Revista Chilena de Pediatría* [En línea], 2001, (Chile) 27 (5), pp. 460 – 465. [Consulta: 14 de enero de 2020]. ISSN 0370-4106. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062001000500012

CAMPUZANO, G. “Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: las plaquetas”. *Medicina & laboratorio* [En línea], 2008c, 14(11-12), pp. 511-531. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2008/myl0811-12b.pdf>

CAMPUZANO, G. “Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: los eritrocitos”. *Medicina & laboratorio* [En línea], 2008b, 14(7-8), pp. 311-357. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2008/myl087-8b.pdf>

CAMPUZANO, G. “Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: los leucocitos”. *Medicina & laboratorio* [En línea], 2008a, 14(9-10), pp. 411-455. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2008/myl089-10b.pdf>

CHAVÉZ, D., & POVEDA, A. Valoración del sistema inmune y hematológico en trabajadores expuestos a componentes de la gasolina en estaciones de servicio de combustible de la ciudad de Quito, 2016 [En línea] (Tesis) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Bioanálisis. Quito, Ecuador. 2016. pp. 1-100. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12527/VALORACI%C3%93N%20DEL%20SISTEMA%20IN>

MUNE%20Y%20HEMATOL%C3%93GICO%20EN%20TRABAJADORES%20EXPUESTOS%20A%20COMPO
NENTES%20DE%20LA%20GASOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DOMÍNGUEZ, M., ROMERO, H. y RODRÍGUEZ, J.-C. “Células Madre Hematopoyéticas: origen, diferenciación y función”. Universidad Veracruzana [En línea], 2015, (México), pp.29-37. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv-2015/muv151d.pdf>

ESCOBAR, A., BARRERO, L. y GÓMEZ, J. *Técnicas de análisis hematológico* [En línea]. Madrid-España: Editorial Síntesis S.A., 2017. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788491710271.pdf>

EUROVET. “Tinciones Hematológicas”. *Newsletter* [En línea], 2019, 1 (1), p.1. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: http://www.euroveterinaria.com/img/cms/BOLETIN/NewsletterMayo%20_Tinciones.pdf

FONSECA, P.-A. et al. Vigilancia Médica para los trabajadores expuestos a Benceno, Tolueno y Xileno (Tesis) (Maestría). (En línea) Universidad del Rosario, Especialización en Salud Ocupacional. (Bogotá-Colombia). 2010. Pp. 1 – 23. [Consulta: 14 de enero de 2020]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/1737/52088171.pdf;jsessionid=8EE48970780320FE5B724536244D8A82?sequence=1>

GALINDO DOMÍNGUEZ, M.-C. Obtención de Característica de Subtipos de Leucemia en Imágenes Digitales de Células Sanguíneas para su Clasificación [En línea] (tesis) Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Ciencias computacionales. Tonantzintla, (Puebla-México). 2008. pp.1 - 102. [Consulta: 07 enero de 2020]. Disponible en: <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/435/1/GalindoDMC.pdf>

GARCÍA, C. & MORALEDA, J.-M. Pregrado de HEMATOLOGÍA: Capítulo 1. Hematopoyesis. Hematíes: estructura y función [En línea]. 4ª ed. Murcia – España: Luzán 5, S.A., 2017. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.sehh.es/images/stories/recursos/2017/10/Libro-HEMATOLOGIA-Pregrado.pdf>

GARCÍA, F.-M., et. al. “Utilidad de la biometría hemática en la parte clínica. Leucocitos (segunda parte). *Revista Sanidad Militar* [En línea], 2012, (México) 66(1), pp. 38-46. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sanmil/sm-2012/sm121g.pdf>

GRISNPAN, S. “El estudio del frotis de sangre periférica”. *Educación Médica Continua* [En línea], 2005, 53(3). pp. 282-290. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RMH/pdf/1985/pdf/Vol53-4-1985-5.pdf>

GUTIÉRREZ, G. Principios de Anatomía, Fisiología e Higiene [En línea]. México: Limusa, 2004. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=-KI68T_8d24C&printsec=copyright&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

HAMILTON, A., REZNIKOFF, P. & BURNBAM, G. “Tetraetilo de plomo”. *Revista Salud Pública de México*. [En línea]. 1993, (México) 35 (5), pp. 520-533. [Consulta: 07 de enero de 2020]. ISSN. 0036-3634. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/106/10635514.pdf>

HARO-GARCÍA, L., et al. “Alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno-tolueno-xileno (BTX) en una fábrica de pinturas”. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* [En línea], 2012, (Perú) 29 (2), pp. 181-187. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v29n2/a03v29n2.pdf>

HERNÁNDEZ, L.-H., FUNDADORA, T.-A. & ANDRADE, M. “El conteo automático de reticulocitos: una herramienta de uso diagnóstico, clínico e investigativo”. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* [En línea], 2015, (Cuba) 31 (4), pp. 362-371. [Consulta: 14 de enero de 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v31n4/hih04415.pdf>

KGAA, MERCK. “Azul de cresilo brillante sal doble de cloruro de cinc”. [En línea], 2019, pp. 1 – 2. [Consulta: 08 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-GT-Site/es_ES/-/GTQ/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-101368&DocumentId=201407.294.ProNet&DocumentType=PI&Language=ES&Country=NF&Origin=PDP

LE VAY, D. Anatomía y fisiología humana [En línea] 4ª ed. Barcelona-Madrid: Badalona Paidotribo, 2015. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=gkqKyVVH3OQC&oi=fnd&pg=PA9&dq=sangre+humana+fisiologia&ots=S_qXg0BPBq&sig=X7qTAhquPkR9jNYCoEerpeRiz0g&redir_esc=y#v=onepage&q=sangre%20humana%20fisiologia&f=false

LEÓN-OLEA, M., et. Al. “Contaminantes ambientales neurotóxicos cercanos a nuestra vida diaria”. *Salud Mental* [En línea], 2012, (México) 35(5), pp. 395-403. [Consulta: 10 de octubre 2019]. ISSN 01853325. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v35n5/v35n5a6.pdf>

LOJA, M.-M., GUALÁN, L.-M. Y MOLINA, K.-M. “Células sanguíneas”. Universidad de Cuenca [En línea], 2012, (Ecuador), pp.1 – 17. [Consulta: 07 enero de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/704/1/Tejidos%20de%20celula%20sanguinea.pdf>

LONGO, D.-L. “Capítulo 81e: Atlas de hematología y análisis de frotis de sangre periférica”. En: HARRISON (ed.), Principios de Medicina Interna, McGraw-Hil. S.l.: s.n., [en línea], 2019, pp. 1-33. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookId=1717§ionId=114913044>

LÓPEZ, L.-E., et al. “Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología”. *Investigación en discapacidad*. [En línea], 2014, (México) 3 (1), pp. 10 – 18. [Consulta 08 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2014/ir141b.pdf>

MASTANDREA, C., et al. “Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos”. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamérica* [En línea], 2005, (Argentina) 39 (1), pp.27-36. [Consulta: 10 de Octubre de 2019]. ISSN 0325-2957. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/535/53522191006.pdf>

MATOS, P.-J. Detección de adulteraciones de combustibles de uso en el parque automotor peruano [En línea] (Tesis). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Cusco, Perú. 2002. pp. 1 – 6. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/matos_sp/Concep.pdf

MEGÍAS, M., MOLIST, P. & POMBAL, M.-A. “Tipos celulares Eritrocito”. *Atlas de Histología Vegetal y Animal* [En línea], 2018, (España), pp. 1 – 8. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tipos-cel-eritrocito.pdf>

MERCADO, F. “Nuevos datos sobre la toxicocinética del tolueno para el monitoreo biológico de la exposición ocupacional”. *Revista Latinoamericana de la Salud en el trabajo* [En línea], 2004, (México) 4 (2), pp. 52 – 55. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/trabajo/lm-2004/lm042e.pdf>

MERINO, A. “Alteraciones morfológicas de los eritrocitos”. *Servicio de Hemoterapia-Hemostasia. Centro de Diagnóstico Biomédico. Hospital Clínico de Barcelona* [En línea], 2015, (España) 20(1). pp. 41-64. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.seq.es/download/tema/3/2767/1743397579/2987076/cms/tema-5-alteraciones-morfologicas-de-los-eritrocitos.pdf/>

MOLINA et al. “Anemias sideroblásticas y punteado basófilo: Indicador biológico por exposición ocupacional al plomo y sus derivados”. *Revista del Instituto Nacional de Higiene “Rafael Rangel”* [En línea], 2012, (Venezuela) 43 (1), pp.7-14. [Consulta: 14 de enero de 2020]. Disponible en: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/09/416712/anemias-sideroblasticas-y-punteado-basofilo.pdf>

NAVA-RUÍZ, C. y MÉNDEZ-ARMENTA, M. “Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio)”. *ArchNeurcien* [En línea], 2011, (México) pp. 140-147. [Consulta: 10 de octubre 2019]. ISSN 10285938. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113f.pdf>

NEGRIN, J., et.al. “Ácido trans, transmucónico y perfil hepático, hematológico y renal en trabajadores expuestos a benceno”. *Salud de los Trabajadores* [En línea], 2014, (Venezuela) Vol. 22, n° 2 pp. 121-128. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5300518>

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 935. Productos derivados de petróleo. Gasolina. Requisitos. [En línea]. [Consulta 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/n-te-inen-935-9.pdf>

ORDÓÑEZ, L.-M. Identificación de Alteraciones Hematológicas por exposición a benceno en los despachadores de dos estaciones de servicio de gasolina en Quito, durante el periodo enero – mayo de 2013 (Tesis) (Maestría). [En línea] Universidad Internacional SEK, Facultad de Seguridad y Salud Ocupacional. (Quito – Ecuador). 2013. Pp. 1 – 72 [Consulta: 14 de enero de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/752/1/Tesis%20MSSO.pdf>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Intoxicación por plomo y salud. [En línea]. 23 de agosto de 2019. [Consulta: 15 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

PACHECO, F.-J. & FRANCO, L. “Parámetros hematológicos por exposición ocupacional a benceno en estaciones de servicio de Venezuela, 2017”. *Revista Cubana de Salud y Trabajo* [En línea], 2018, (Venezuela) 19 (1), pp. 28-32. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://medigraphic.com/pdfs/revcubsaltra/cst-2018/cst181e.pdf>

PANREAC, APPLICHEM. “Kit para Tinción Rápida en Hematología (Panóptico Rápido) para diagnóstico clínico”. [En línea], 2017, pp. 1 – 3. [Consulta: 08 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.itwreagents.com/download_file/info_point/IP-016/es/IP-016_es.pdf.

PANREAC, APPLICHEM. “Tinción de Giemsa”. [En línea], 2017, pp. 1 – 3. [Consulta: 08 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.itwreagents.com/download_file/ce_ivd_instructions/CEIVD10/es/CEIVD10_es.pdf

PÈREZ, C., et al. “Daño hepático en trabajadores expuestos a hidrocarburos”. *Gastroenterol Hepatol*, vol. 29, n° 6 (2006), (Argentina) pp. 334-337.

PIAGGIO, R & PASEYRO, B.-P. “Los elementos figurados de la sangre normal y patológica”. *Las hemopatías* [En línea], (2004), pp. 31-48. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.smu.org.uy/publicaciones/libros/historicos/lh/Parte1/p1-cap3.pdf>

RAMÍREZ, A. “El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo”. *Anales de la Facultad de Medicina* [En línea], 2005, (Perú) 66 (1), pp.57-70. [Consulta: 15 de diciembre de 2019]. ISSN 1025 – 5583. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v66n1/a09v66n1>

RAMÓN, G. “La sangre”. *Universidad de Antioquía* [En línea], 2014, (Colombia), pp.1-7. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac27-sangre.pdf

RODAK, B. & CARR, J. “Introducción al examen de frotis de sangre periférica”. *Atlas de Hematología Clínica. Editorial Médica Panamericana* [En línea]. 2014, pp. 1 – 10. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.herrerobooks.com/pdf/pan/9786079356156.pdf>.

ROMERO, et al. “Evaluación de la exposición a benceno en trabajadores de diferentes áreas laborales”. *Salud Uninorte* [En línea], 2017, (Colombia) 33 (3), pp. 363-372. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v33n3/2011-7531-sun-33-03-00363.pdf>

RUIZ ARGÜELLES, G.-J. *Fundamentos de Hematología* [En línea]. 4ª ed. México: Editorial Médica Panamericana, 2009. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=6ptpJtl80UwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

SAN SEBASTIAN, M., ARMSTRONG, B. y STEPHENS C. “La salud de mujeres que viven cerca de pozos y estaciones de petróleo en la Amazonia ecuatoriana”. *Revista Panamericana Salud Publica* [En línea], 2001, (Ecuador) 9 (6), pp.875-383. [Consulta: 10 de Octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2001.v9n6/375-383/es>

SERVICIO GEOLOGICO MEXICANO. Características del petróleo. [En línea]. 22 de marzo de 2017. [Consulta 7 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-petroleo.html

SPERONI, F. *Diccionario de anatomía e histología* [En línea]. 1era Ed. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad de la Plata. Buenos Aires-Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata, 2016. [Consulta: 14 de enero de 2020].

Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/57801/Documento_completo__pdf-PDFA.pdf?sequence=1

TERRY, N.-R., et al. “Valor semiológico del frotis de sangre periférica en el estudio de las enfermedades virales”. *Revista Clínica de Patología Clínica* [En línea], 2016, (México) 63(3), pp.160-165. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: <https://medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2016/pt163h.pdf>

TORRES L., AULAR Y. Y FERNANDEZ Y. “Benceno Urinario, estrés oxidativo, perfil hematológico, hepático y renal en trabajadores de estaciones de servicio”. *Revista Academia – Trujillo* [En línea], 2017, (Venezuela) 16 (38), pp.57-69. [Consulta: 10 de Octubre de 2019]. ISSN 1690-3226. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yalitza_Aular/publication/321024825_BENCENO_URINARIO_ESTRES_OXIDATIVO_PERFIL_HEMATOLOGICO_HEPATICO_Y_RENAL_EN_TRABAJADORES_DE_ESTACIONES_DE_SERVICIO_URINARY_BENZENE_OXIDATIVE_STRESS_HEMATOLOGY_PROFILE_LIVER_AND_KIDNEY_IN_SERVICE_STATION/links/5a08f27b0f7e9b68229cd371/BENCENO-URINARIO-ESTRES-OXIDATIVO-PERFIL-HEMATOLOGICO-HEPATICO-Y-RENAL-EN-TRABAJADORES-DE-ESTACIONES-DE-SERVICIO-URINARY-BENZENE-OXIDATIVE-STRESS-HEMATOLOGY-PROFILE-LIVER-AND-KIDNEY-IN-SERVICE-S.pdf

TRUJILLO, R. Hidrocarburos. Manejo seguro [En línea]. 4ª. Ed. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones, 2010. [Consulta: 07 de enero de 2020]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Hidrocarburos.html?id=PNs3DgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL (EPA).List of IRIS Substances, Benzene [En línea]. 28 de Julio de 2017. [Consulta: 7 de enero de 2020]. Disponible en: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0276_summary.pdf

VALDIVIA, M. “Intoxicación por plomo”. *Revista Sociedad Peruana de Medicina Interna* [En línea], 2005, (Perú) 18 (1), pp.22-27. [Consulta: 15 de diciembre de 2019]. Disponible en: http://medicinainterna.org.pe/revista/revista_18_1_2005/Intoxicacion.pdf

ANEXOS

ANEXO A: SOCIALIZACIÓN A LOS INDIVIDUOS EN ESTUDIO



ANEXO B: REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA



ANEXO C: RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRA DE SANGRE



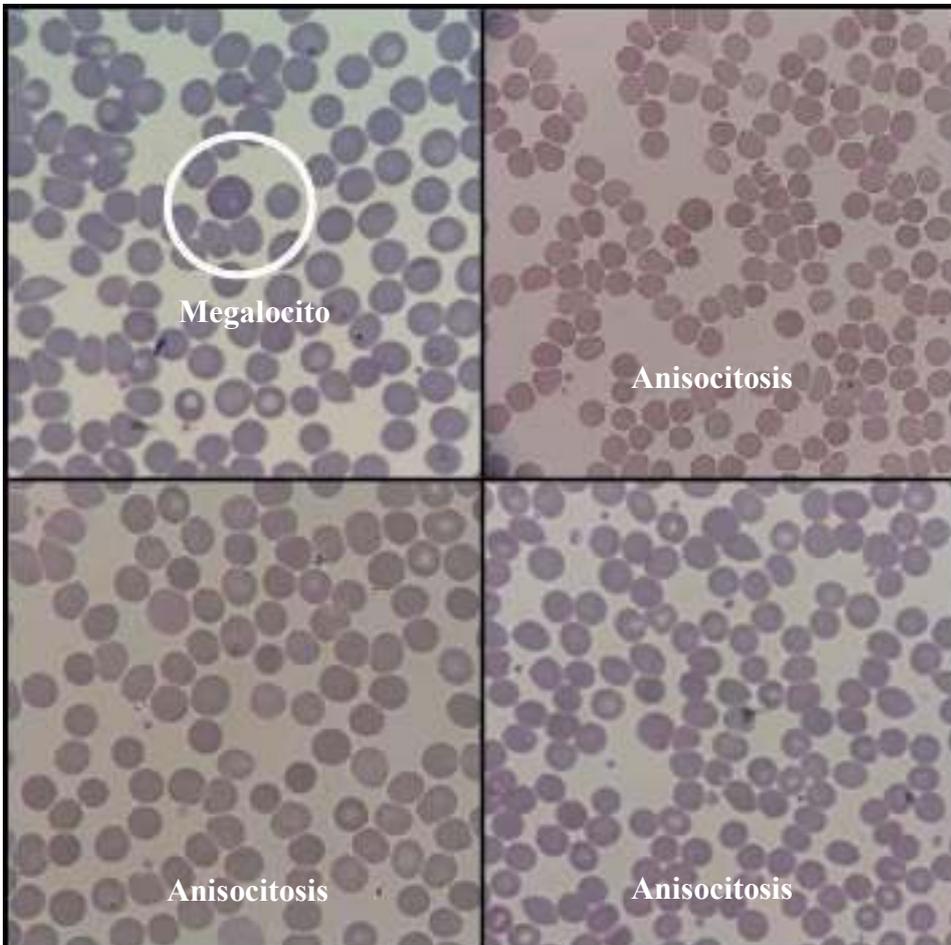
ANEXO D: PREPARACIÓN DE LOS FROTIS Y LAS TINCIONES



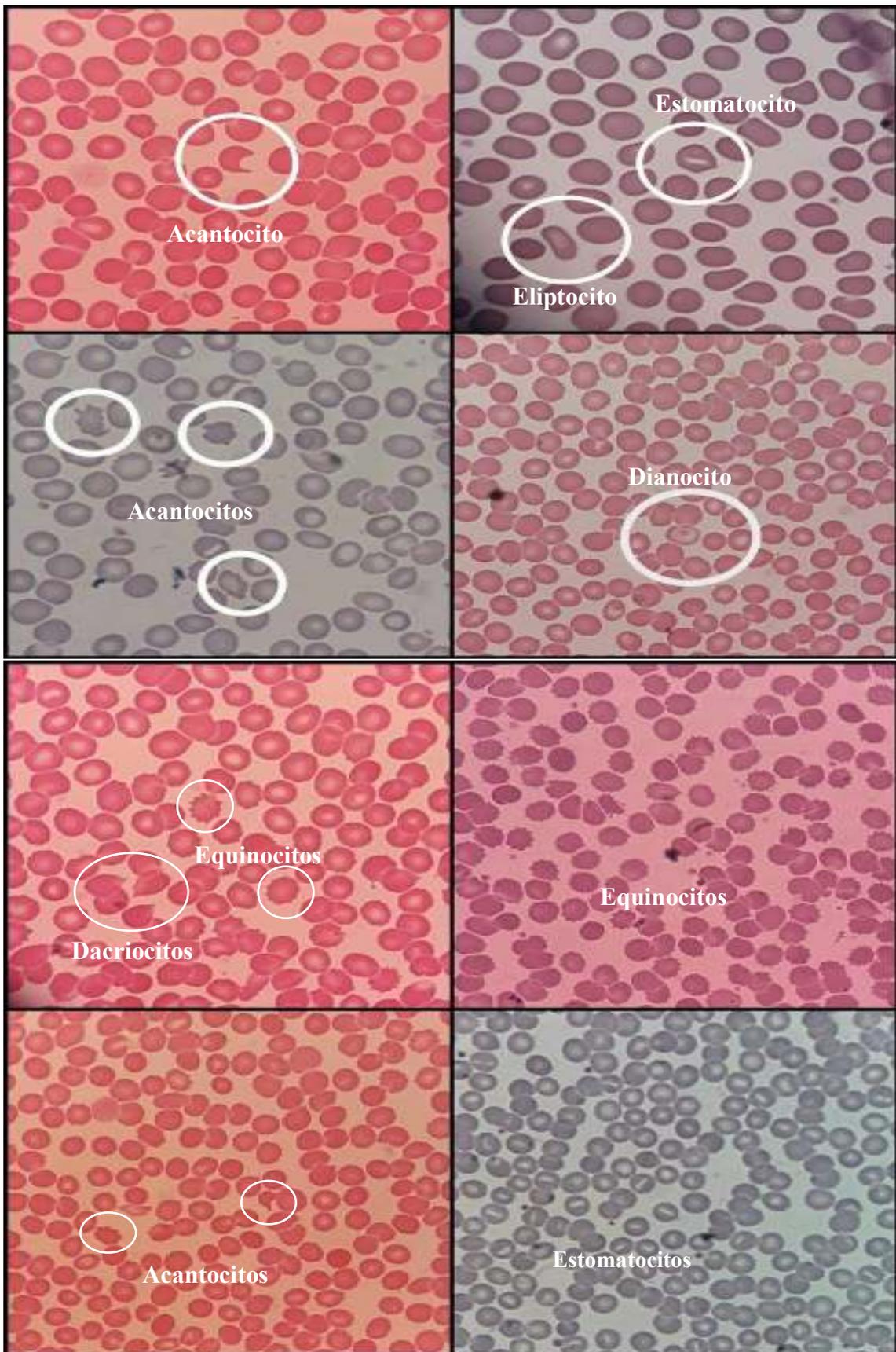
ANEXO E: PLACAS EN ORDEN Y LECTURA CON LENTE 100X



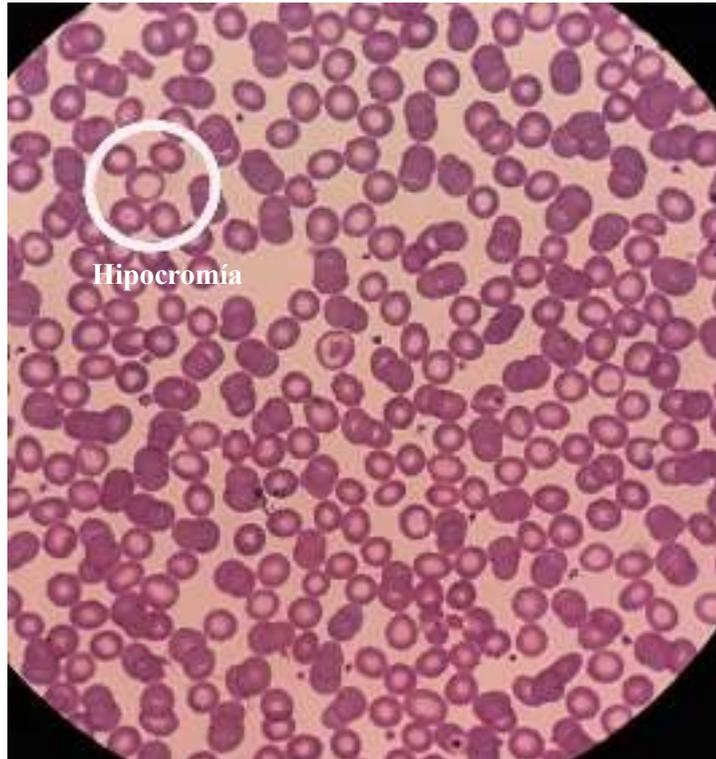
ANEXO F: ALTERACIONES DE TAMAÑO EN GLÓBULOS ROJOS



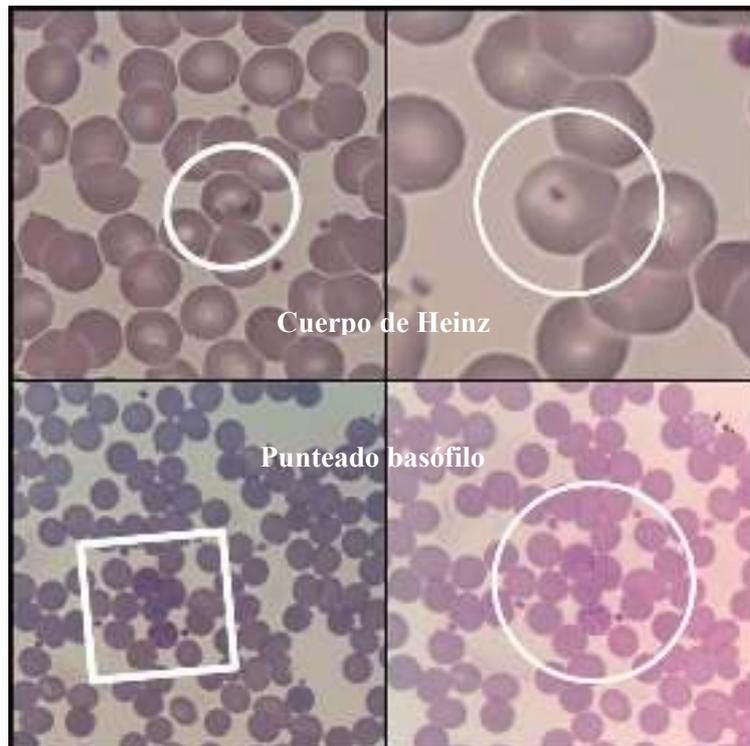
ANEXO G: ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE LOS GLÓBULOS ROJOS



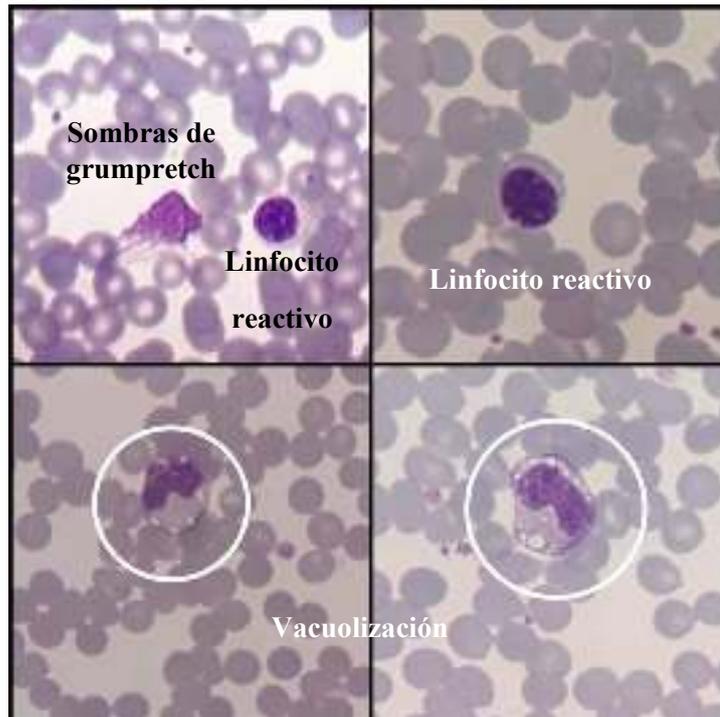
ANEXO H: ALTERACIONES DE COLOR EN LOS GLÓBULOS ROJOS



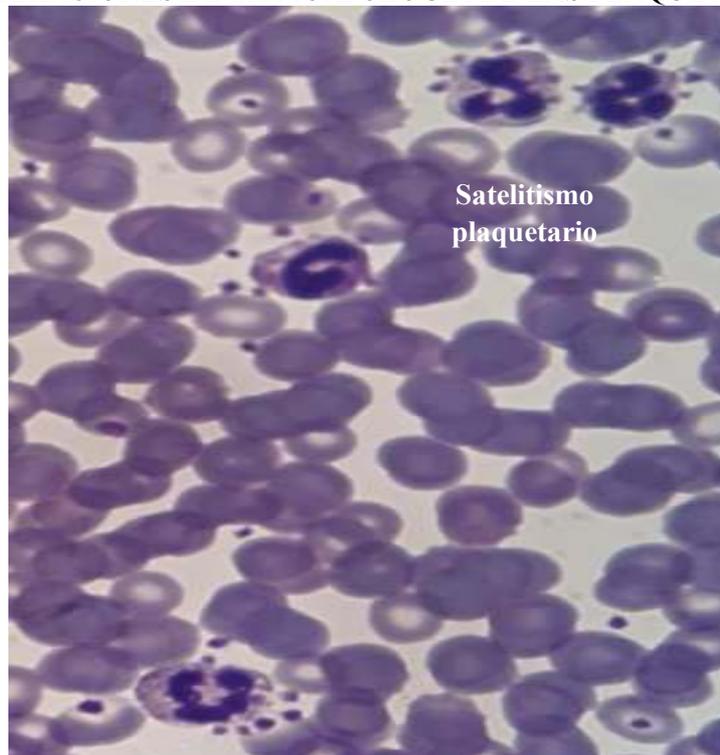
ANEXO I: ALTERACIONES DE INCLUSIONES ERITROCITARIAS DE LOS GLÓBULOS ROJOS



ANEXO J: ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE GLÓBULOS BLANCOS



ANEXO K: ALTERACIONES DE LA MORFOLOGÍA DE LAS PLAQUETAS



ANEXO L: TRÍPTICO

APRENDAMOS JUNTOS A PREVENIR

PREVENIR Y EXAMINAR

Exámenes por prevención y para que el médico logre un buen diagnóstico, monitorea y genera la señal de las enfermedades.

Exámenes	Frecuencia recomendada
Colonoscopia	A los 50 años
C. HTA (Presión)	Una vez al año
C. Colesterol	Una vez al año

Algo muy importante...

Para evitar enfermedades:

- Evitar el consumo de alcohol
- Alimentación saludable.
- Evitar el estrés de forma excesiva.

PRINCIPIA DE PERSE ECITIPICA EP CERMECCAZO FACILITAE EP CERNICIAS CALEPEA EP ERICCIEMCAN FACIMACIA

PROMOCIÓN DE LA SALUD

Promoción de la Salud

Teléfono: 0999 999 999 | Correo: info@inspi.gub.ve

SALUD

DEFINICIÓN

Es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.

CAUSA ENFERMEDAD

- Desnutrición
- Diabetes y hipertensión (DM y HTA)
- Falta de ejercicio físico
- Consumo de tabaco y alcohol
- Ambiente laboral

CONSECUENCIA

BUENA SALUD

- Deportes
- Alimentación saludable
- Visitar periódicamente al médico
- Descanso
- Evitar alcohol, drogas, tabaco

ALIMENTACIÓN SALUDABLE

Alimentos que te brinden los nutrientes que necesitas para mantenerte sano, sentirte bien y tener energía extra.

Las proteínas, los carbohidratos, los grasas, el agua, los vitaminas y los minerales.

DEPORTE

- Mejora la forma y resistencia física.
- Reduce los niveles de presión arterial.
- Fortalece la circulación sanguínea.
- Mejora la resistencia a la insulina.
- Ayuda a mantener el peso corporal.
- Reduce la sensación de fatiga.

ANEXO M: ENCUESTA



BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Trabajamos por la mejora continua!

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS**



Objetivo: Conocer el estado de salud de las personas que trabajan en las gasolineras

Instrucciones:

- Lea las preguntas detenidamente y marque con una x en la respuesta que elija
- Responda cada una de las interrogantes con mucha sinceridad

Edad: 17-3

Sexo: Masculino Femenino

Escoja el cargo que usted desempeña en esta empresa

Administrativo
Personal de gestión
Personal de Limpieza
Otros

¿Qué tiempo lleva trabajando en esta empresa?

6 meses – 1 año
1 - 3 años
3 - 5 años
5 - 10 años
Más de 10 años

¿Usted fuma?

Todos los días
1 vez por mes
2 a 3 veces por meses
Más de 3 veces por mes
Nunca

¿Ha sentido alguna de las siguientes molestias en su salud?

Cansancio o debilidad
Abundante sed
Tos
Dolor en el pecho
Pérdida de apetito
Sensación de plenitud tras comer poco
Otros

Con qué frecuencia se realiza un control médico

Cada 3 meses
Cada 6 meses
Una vez al año
Cuando presento molestia

¡Gracias por su colaboración!