



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

ESPECIALIDAD DE LABORATORIO CLINICO

TESIS

**FACTORES PRE-ANALÍTICOS ASOCIADOS A LA
VARIABILIDAD DE PARÁMETROS ESTUDIADOS EN EL
HEMOGRAMA COMPLETO AUTOMATIZADO DENTRO DEL
LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA DEL HOSPITAL SAN
JOSÉ DEL DISTRITO DE CHINCHA**

AUTOR:

CÁRDENAS QUISPE VICTOR RAUL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO**

ASESOR:

JAIME ALONSO ROSALES RIMACHE

ICA, PERÚ

2017

Cárdenas, V. 2017. Factores preanalíticos asociados a la variabilidad de parámetros estudiados en el hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José de la Provincia de Chincha / Víctor Raúl Cárdenas Quispe. 121 páginas.

Nombre del tutor: Mg. T.M. Jaime Alonso Rosales Rimache

“Disertación académica en licenciatura en Tecnología Médica – Universidad Alas Peruanas 2017”

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA
ESPECIALIDAD DE LABORATORIO CLINICO

HOJA DE APROBACION

TEMA

**FACTORES PRE-ANALÍTICOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD DE
PARÁMETROS ESTUDIADOS EN EL HEMOGRAMA COMPLETO
AUTOMATIZADO DENTRO DEL LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA
DEL HOSPITAL SAN JOSÉ DEL DISTRITO DE CHINCHA**

AUTOR: CÁRDENAS QUISPE VICTOR RAUL

Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del título de
Licenciado en Tecnología Médica en la especialidad de Laboratorio
Clínico y Anatomía Patológica por la universidad alas peruanas.

PRESIDENTE: Dr. GUILLERMO ALBITRES JUAN JOSE

SECRETARIO: Lic. TM. ARONES HERNANDEZ ALFREDO MELQUIADES

MIEMBRO: Lic. TM. SILVA OCHOA ANDRES SEGUNDO

ICA- PERU
2017

Mi tesis la dedico con cariño y amor: A ti Dios y a mis padres por su sacrificio en algún tiempo incomprendido. Por su ejemplo de superación inalcanzable por su comprensión y confianza. Por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO:

El presente trabajo de tesis agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, y a los colaboradores como los Médicos, Licenciados e instituciones.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL ICA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A LA FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA UAP por confiar en mi durante toda mi carrera profesional.

A la UNIDAD EJECUTORA 401 SALUD CHINCHA HOSPITAL "SAN JOSÉ" por permitirme realizar la ejecución de mi tesis.

A la MC. Jacqueline Caridad Tello Almeyda Patólogo Clínico por haber facilitado la ejecución de esta investigación en el laboratorio de Hematología.

Al Mg. T.M. Jaime Alonso Rosales Rimache por su apoyo en las correcciones y guías durante la revisión de la tesis.

Al Tec. Lab. Marcelo Carbajal, Tec.Lab. Maribel Gogin por su apoyo en la recolección y toma de muestra.

RESUMEN

Objetivos. Evaluar los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha. **Materiales y métodos.** Se diseñó un estudio cuasi-experimental, en el cual se obtuvieron muestras de sangre que fueron tratadas bajo un esquema experimental para evaluar 5 factores: tipo de anticoagulante (EDTA K₂ / EDTA K₃), volumen de sangre colectado (1 mL / 2 mL / 4 mL), tiempo de espera hasta su procesamiento (0.5 h / 1 h / 3 h / 6 h), temperatura de almacenamiento (4°C / 20°C / 30°C) y grado de homogenización (5 veces / 10 veces / 20 veces). **Resultados.** El tipo de anticoagulante, el volumen de sangre colectado, la temperatura de almacenamiento y el grado de homogenización no generaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los 18 parámetros del hemograma automatizado. Sin embargo, el tiempo de espera hasta el procesamiento de las muestras de sangre si generó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los resultados de parámetros tales como el recuento de plaquetas, el porcentaje de monocitos, el volumen corpuscular medio, la concentración de la hemoglobina corpuscular media y el plaquetocrito que si presentaron diferencias significativas en sus resultados. **Conclusiones.** Existen factores pre-analíticos que se asocian a variabilidad de resultados en los parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha, sin embargo no todos con nivel de significancia, y sobre todos los parámetros del hemograma completo.

Palabras clave: *Factores pre-analíticos, variabilidad, hemograma completo automatizado*

ABSTRACT

Objective. To evaluate the pre-analytical factors that are associated to the variability of results in parameters of the complete automated hemogram in the hematology laboratory of the San José Hospital of the District of Chincha. **Materials and methods.** A quasi-experimental study was designed, in which blood samples were obtained, which were treated under an experimental scheme to evaluate 5 factors: type of anticoagulant (EDTA K2 / EDTA K3), volume of blood collected (1 mL / 2 mL / 4 mL), waiting time until processing (0.5 h / 1 h / 3 h / 6 h), storage temperature (4 ° C / 20 ° C / 30 ° C) and degree of homogenization (5 times / 10 times / 20 times). **Results.** The type of anticoagulant, volume of blood collected, storage temperature and degree of homogenization did not generate significant differences ($p > 0.05$) among the 18 parameters of the automated hemogram. However, the waiting time until processing of blood samples did generate significant differences ($p < 0.05$) between the results of parameters such as platelet count, percentage of monocytes, mean corpuscular volume, concentration of Mean corpuscular hemoglobin and the plaque-script that if they presented significant differences in their results. **Conclusions.** There are pre-analytical factors that are associated with variability of results in the parameters of the complete automated hemogram in the hematology laboratory of San José Hospital in the District of Chincha, but not all with significance level, and on all parameters of the complete blood count .

Key words: *Pre-analytical factors, variability, complete blood count*

Portada	i
Epígrafe	ii
Hoja de aprobación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Tabla de contenidos	viii
Listado de tablas	x
Listado de figuras	xi
Abreviaturas	xii
Introducción	13
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Delimitación de la investigación	16
1.3. Formulación del problema	17
1.4. Objetivo de la investigación	18
1.5. Hipótesis de la investigación	19
1.6. Variables de estudio	19
1.7. Justificación e importancia de la investigación	20
1.8. Diseño de la investigación	20
1.9. Población y muestra de la investigación	22
1.10. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos	25
1.11. Ética de la investigación	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
2.1. Antecedentes de la investigación	28
2.2. Bases teóricas	30
2.3. Bases legales	35
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	38
3.1. Resultados	38
3.2. Discusión de resultados	99
3.3. Conclusiones	103

3.4. Recomendaciones	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	
Anexo N° 01: Operacionalización de variables	109
Anexo N° 02: Matriz de consistencia	111
Anexo N° 03: Ficha de recolección de datos	113
GALERÍA DE FIGURAS	114
GLOSARIO	120

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Contraste de hipótesis para los resultados generados del uso de anticoagulantes EDTA K2 vs EDTA K3 en los parámetros del hemograma automatizado	34
Tabla 2. Contraste de hipótesis para los resultados generados del uso de volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL en los parámetros del hemograma	44
Tabla 3. Contraste de hipótesis para los resultados generados del tiempo de espera a 0.5, 1, 3 y 6 horas en los parámetros del hemograma	55
Tabla 4. Contraste de hipótesis para los resultados generados de temperatura de trabajo a 4, 20 y 30°C en los parámetros del hemograma	68
Tabla 5. Contraste de hipótesis para los resultados generados número de rotaciones a las 5, 10 y 20 veces en los parámetros del hemograma	83

GALERÍA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Analizador hematológico automatizado usado para la ejecución de los hemogramas.	109
Figura 2. Analizador hematológico automatizado usado para la ejecución de los hemogramas.	109
Figura 3. Valores de referencia para el uso de control de calidad interno durante la ejecución de los ensayos	110
Figura 4. Procesamiento de las muestras de sangre	111
Figura 5. Evaluación del anticoagulante (EDTA K2 vs EDTA K3)	112
Figura 6. Evaluación del volumen de sangre colectado	114
Figura 7. Evaluación del tiempo de espera hasta el procesamiento de las muestras de sangre	114
Figura 8. Evaluación de la temperatura de almacenamiento	115

LISTADO DE ABREVIATURAS

WBC: Recuento de leucocitos

RBC: Recuento de hematíes

HGB: Concentración de hemoglobina

PLT: Recuento de plaquetas

LYM: Recuento absoluto de linfocitos

%LYM: Recuento relativo de linfocitos

GRAN: Recuento absoluto de granulocitos

%GRAN: Recuento relativo de granulocitos

MID: Recuento absoluto de células de rango medio

%MID: Recuento relativo de células de rango medio

MCV: Volumen corpuscular medio

HCT: Hematocrito

MCH: Hemoglobina corpuscular media

MCHC: Concentración de hemoglobina corpuscular media

MPV: Volumen plaquetario medio

PCT: Plaquetocrito

PDW: Amplitud de distribución plaquetaria

EDTA K₂: Ácido etilendiaminotetraacético dipotásico

EDTA K₃: Ácido etilendiaminotetraacético tripotásico

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios clínicos tienen un impacto directo sobre el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y por ende juegan un rol fundamental en el manejo de pacientes. Las actividades que se realizan dentro de un laboratorio clínico están diseñadas como parte de un proceso que, según el análisis de la matriz biológica, se dividen en fases: pre analítica, analítica y post analítica (1).

Como todo proceso de trabajo, las actividades dentro del laboratorio son susceptibles de cometerse errores, de los cuales se ha caracterizado ser mayor en la fase pre analítica. Las actividades en la fase pre analítica son eminentemente manuales dependientes del analista, además de ser muy variables e incluir tales como la elaboración de la orden médica, colección, identificación y rotulado de muestras, así como su manipulación y transporte. Por tal razón en las últimas décadas se han venido implementando medidas para identificar, controlar y reducir dichos errores mediante actividades de calidad, las cuales son plasmadas en diferentes documentos de uso internacional tales como la ISO 15189 (2).

Diversos documentos recomiendan y dan directrices de cómo realizar las actividades dentro de la fase pre analítica; sin embargo las condiciones de trabajo varían considerablemente de un laboratorio a otro, por lo que resulta necesario establecer planes de trabajo orientados a valorar el grado de variabilidad analítica debido a factores pre analíticos tales como la forma de extraer la muestra de sangre, el uso de anticoagulantes, volumen de muestra, condiciones y tiempo de ayunas, estabilidad de almacenamiento, homogenización previa al análisis, entre otros factores que pueden modificar los resultados finales de las pruebas de laboratorio, sobre todo las que implican el análisis de células tales como sucede en los ensayos hematológicos, en los cuales se promueven la hemólisis eritrocitaria, agregación plaquetaria, y demás eventos que generan sesgo en el ensayo (3).

Por lo tanto, la presente tesis tuvo por objetivo evaluar los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los analizadores hematológicos modernos no solo permiten la evaluación cuantitativa y cualitativa precisa de las células de la sangre, sino que también proporcionan una amplia gama de parámetros hematológicos que pueden ser útiles para la evaluación diagnóstica y pronóstica de muchos trastornos de células sanguíneas (4). La gran mayoría de errores de laboratorio (hasta el 70%) surgen de la fase pre analítica (5). Esta fase es influenciada por un gran número de variables, incluyendo la preparación del paciente antes de la prueba, los procedimientos utilizados para recoger y transportar las muestras biológicas, así como las condiciones del equipo y almacenamiento de muestras de sangre antes del análisis. En particular, se ha demostrado recientemente que la estabilidad de muchos parámetros hematológicos está fuertemente influenciada por la temperatura, el período de almacenamiento de la muestra y el tiempo transcurrido entre la recolección y análisis. A esto hay que sumar las distintas formas de obtener la sangre por flebotomía que implican variaciones en el tiempo de la aplicación del torniquete y la extracción de sangre usando tubos de vacío con distintos tipos de anticoagulantes (3). La ausencia de protocolos de verificación del material

e instrumental médico que se adquiere y utiliza para los ensayos hematológicos resulta en ocasiones en pérdidas económicas y sobre todo en una disminución considerable de la calidad asociada a incremento de error en el laboratorio (6).

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación Social

El estudio se realizará sobre muestras de sangre derivadas de pacientes seleccionados según criterios de elegibilidad, las cuales serán manipuladas bajo distintos criterios previos al análisis del hemograma completo automatizado, a fin de valorar el grado de variabilidad analítica debido a múltiples factores pre-analíticos.

1.2.2. Delimitación Espacial

La obtención del material biológico a evaluar se realizará en el laboratorio de Hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.

1.2.3. Delimitación Temporal

La ejecución del plan de tesis obedece a un modelo cuasi experimental que sigue un diseño longitudinal el cual dará inicio en el mes de noviembre del año 2016, previa aprobación por las autoridades de la Universidad Alas Peruanas y la Jefatura del Laboratorio del Hospital San José del Distrito de Chincha.

1.2.4. Delimitación contextual

El plan de tesis seguirá un modelo cuasi experimental que se contextualiza en la línea de investigación de la gestión de la calidad en laboratorios clínicos, ensayo y/o calibración, específicamente en el área de hematología, debido al análisis que estará involucrado.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

- ✓ ¿Cuáles son los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?

1.3.2. Problemas secundarios

- ✓ ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?
- ✓ ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?
- ✓ ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?
- ✓ ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?
- ✓ ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha
- ✓ Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha
- ✓ Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha
- ✓ Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha
- ✓ Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

- ✓ Existe asociación entre los factores pre-analíticos y la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha

1.5.2. Hipótesis específicas

- ✓ Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha
- ✓ Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha
- ✓ Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha
- ✓ Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido a la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha
- ✓ Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chíncha

1.6. Variables de estudio

Dependiente

- Hemograma completo automatizado

Independiente

- Factores pre-analíticos

1.7. Justificación e importancia de la investigación

Los resultados permiten tener una idea clara de cómo realizar un algoritmo de trabajo para la verificación de materiales y del proceso pre-analítico que influencia directamente en la calidad de los resultados de las pruebas hematológicas dentro del laboratorio clínico. De este modo, se han podido identificar las fuentes potenciales de no conformidades, ya sean técnicas o relativas a la gestión del sistema de calidad, a fin de implementar las medidas de acción preventivas o correctivas necesarias. Basado en nuestros hallazgos, los responsables del laboratorio tendrán la capacidad de decidir que insumo ingresa al laboratorio, y contarán con información valiosa para determinar según criterios de calidad las compras de los productos y no incurrir en el sesgo de adquirir productos de alto costo o de una marca determinada como se suele hacer de manera anti técnica en los establecimientos de salud.

1.8. Diseño de la investigación

1.8.1. Tipo de investigación

- Según la manipulación de la variable

Estudio cuasi-experimental: Implica que hubo manipulación de la variable independiente. Los factores pre-analíticos tuvieron distintos comportamientos para valorar el efecto final sobre la variable dependiente, para este caso los resultados del hemograma completo automatizado. Se clasifica como cuasi experimental porque no habrá aleatorización de las muestras a analizar.

- Según la fuente de toma de datos

Prospectivo: La fuente de recolección de datos se realizó durante el mes de Noviembre del año 2016. Esto implica la obtención de muestras de sangre para su análisis respectivo con generación de resultados de forma progresiva sin la necesidad de recolectar datos históricos.

- Según el número de mediciones
Transversal: Las variables se medirán en una sola ocasión, posterior a la aplicación de los factores pre-analíticos a evaluar.

- Según el número de variables a analizar
Analítica: Los datos generados de las mediciones basales y finales fueron analizados mediante pruebas estadísticas para estimar si existió diferencias significativas entre ellas, en relación a la presencia de un factor pre-analítico determinado. Considerando que las variables son numéricas y en cantidades menores a 30 datos acumulados, se utilizarán pruebas estadísticas no paramétricas. Considerando que las variables son numéricas y en cantidades menores a 30 datos acumulados, se utilizarán pruebas estadísticas no paramétricas.

1.8.2. Nivel de Investigación

Explicativo: Explica el comportamiento de una variable en función de otras; buscando el efecto de causalidad (causa-efecto). El control estadístico es bivariado o multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, casuales o espurias entre la variable independiente y dependiente.

1.8.3. Diseño:

Se diseñó un estudio cuasi experimental, prospectivo, analítico, de corte transversal.

1.8.4. Método

El presente trabajo de investigación es de carácter cuasi experimental que sigue un método hipotético – deductivo.

1.9. Población y muestra de la investigación

1.9.1. Población

Estuvo constituido por todas las muestras de sangre colectadas para el análisis del hemograma completo automatizado realizado en el laboratorio de hematología del Hospital San José de Chíncha.

Criterio de Inclusión:

- Muestras de sangre de individuos (indistinto la edad, sexo o estado de salud).
- Muestras de sangre colectadas en tubos tapa lila de 4 mL.
- Muestras de sangre de individuos que tengan orden médica para el hemograma completo automatizado
- Muestras de sangre obtenidas según procedimientos establecidos en el laboratorio de hematología del Hospital San José de Chíncha.

Criterio de Exclusión:

- Muestras de sangre obtenidas en tubos que no tengan sistema de extracción al vacío
- Muestras de sangre mal rotuladas
- Muestras de sangre de pacientes que estén recibiendo tratamiento por vía endovenosa

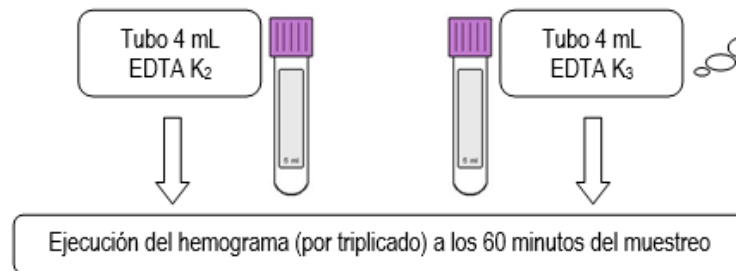
1.9.2. Técnica de muestreo

Determinación del tamaño de la muestra

El muestreo fue no probabilístico por cuotas, considerando que las muestras fueron seleccionadas según criterios establecidos por el investigador. Cada experimento tuvo un total de 20 muestras por cada factor a evaluar. El modelo experimental se grafica a continuación:

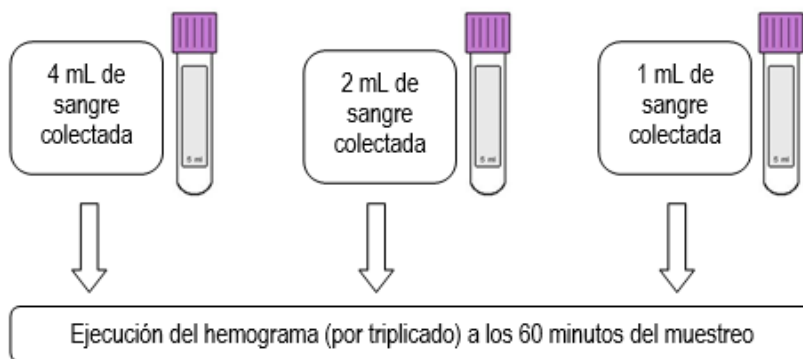
Diseño experimental

Factor 1: Anticoagulante (EDTA K₂ y EDTA K₃).



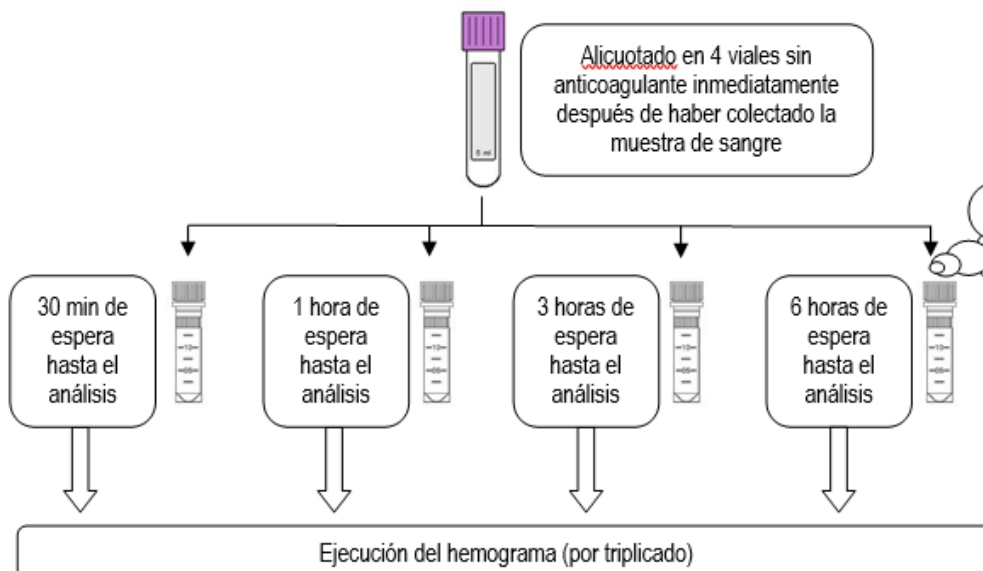
N=20 por cada anticoagulante a evaluar

Factor 2: Volumen de sangre colectada (4 mL, 2 mL y 1 mL).



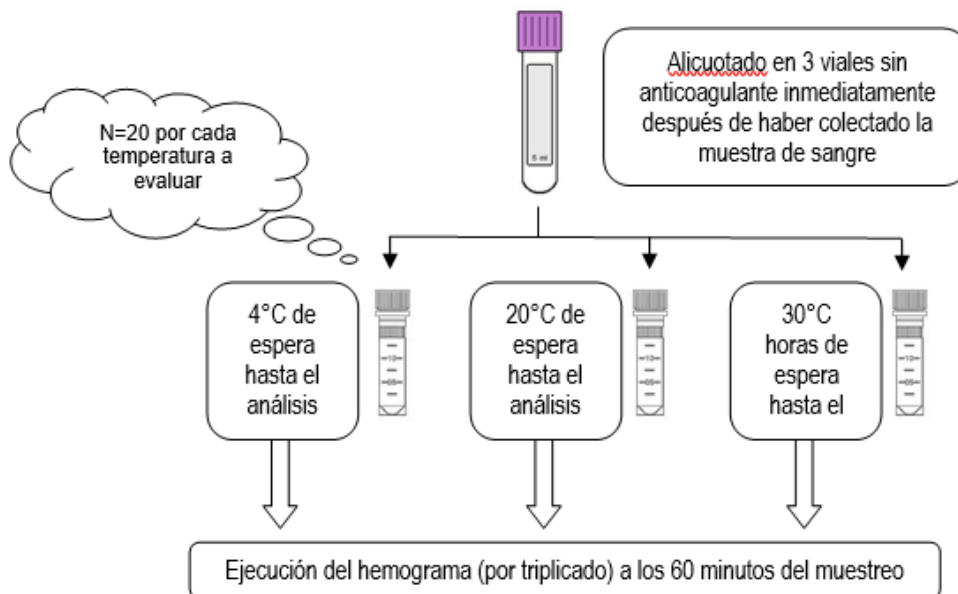
N=20 por cada volumen a evaluar

Factor 3: Tiempo de espera hasta el análisis (0.5, 1, 3 y 6 h). Transversal



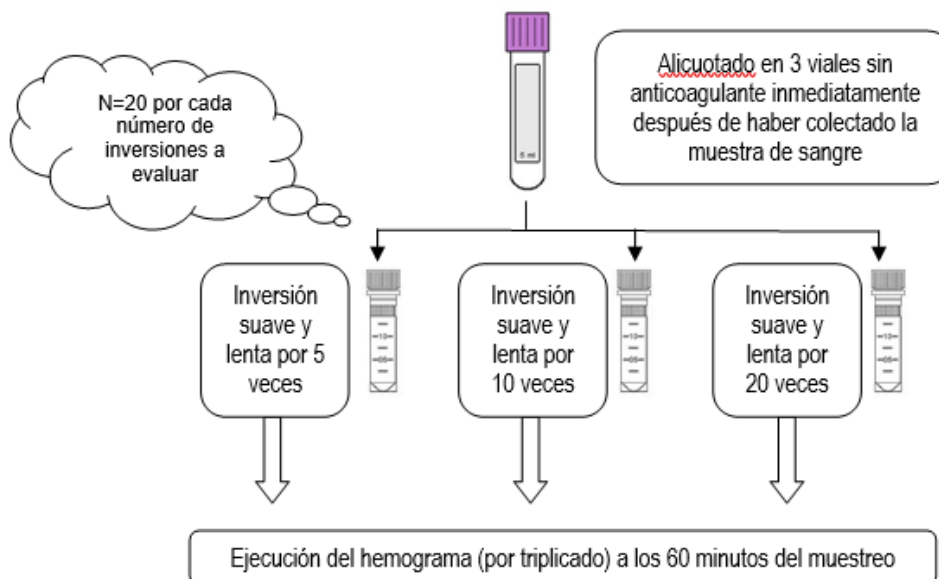
N=20 para todo el experimento, respetando los tiempos de espera

Factor 4: Temperatura de almacenamiento (4°, 20° y 30°C).



Factor 5: Grado de homogenización (inversión de la muestra por 5, 10 y 20 veces).

Factor 5: Grado de homogenización (inversión de la muestra por 5, 10 y 20 veces).



Elección de los miembros de la muestra

La selección de las muestras de sangre será según el cumplimiento de los criterios de elegibilidad y condiciones pre-analíticas requeridas para la ejecución del hemograma completo automatizado.

1.10. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

1.10.1. Técnicas

El Fichaje: Es una técnica auxiliar en investigación científica; consistió en registrar los datos que se fueron obteniendo en los instrumentos a través del uso de fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contuvieron la mayor parte de la información que se recopiló en la investigación.

La Observación: Es una técnica que consistió en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación fue un elemento fundamental de todo el proceso investigativo.

1.10.2. Instrumentos

Fotometría: Para realizar la determinación de hemoglobina se utilizó el analizador automatizado Cell Dyn 1700 de la marca Abbott Diagnostic que trabaja alternamente con el procedimiento de medición óptica para determinar la concentración de hemoglobina. La concentración de Hemoglobina se determinó a partir de la extinción medida en el máximo de absorción de la hemoglobina de una muestra de lisis y pre-diluida en condiciones estandarizadas.

Impedancia eléctrica: Para realizar el recuento de hematíes y constantes corpusculares se utilizó el analizador automatizado Cell Dyn 1700 de la marca Abbott Diagnostic, que funciona con un sistema de impedancia eléctrica; el cual permite el recuento de partículas que aprovecha el hecho de que las partículas a contar actúan en una suspensión de electrólisis prácticamente como aisladores. El dispositivo para el recuento

de células consiste en un campo eléctrico limitado por una apertura capilar. Durante el paso de las partículas (por las aperturas) se desplaza un volumen de electrólisis correspondiente al volumen de partículas, lo que permite determinar las variaciones de resistencia como valores de medición.

1.10.3. Procedimientos para la recolección de los datos

a. Técnicas para el procesamiento

Las técnicas para el procesamiento de datos comprendieron las siguientes etapas:

Obtención de datos

Posterior al análisis del hemograma se obtuvieron los registros impresos del analizador hematológico automatizado para tener un histórico de resultados de las muestras evaluados, así como las gráficas de los histogramas celulares. Cada muestra fue identificada mediante la asignación de un código de trabajo alfa numérico para identificar cada experimento a ejecutar.

Clasificación de datos

Los datos obtenidos de los hemogramas completos automatizados no fueron categorizados, se mantendrán en su condición de numéricos porque bajo esa característica es que se realizó el análisis estadístico empleando las pruebas de contraste de hipótesis a fin de estimar si existen diferencias significativas entre los resultados basales y finales debido a la influencia de un factor pre-analítico.

Codificación

No fue necesaria la asignación de códigos o valores a los resultados obtenidos, puesto que están no serán categorizadas. Los resultados fueron ingresados tal cual se obtuvieron en el analizador hematológico automatizado.

Tabulación de datos

La información fue ingresada en el paquete estadístico STATA versión 14, en columna las variables y en filas los casos con el propósito de consolidar y totalizar en cifras a los resultados obtenidos, y generar información a través de los valores representativos y de estas el conocimiento para facilitar su posterior análisis e interpretación.

1.10.4. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

La información fue ingresada en el paquete estadístico STATA versión 12, en columna las variables y en filas los casos con el propósito de consolidar y totalizar en cifras a los resultados obtenidos, y generar información a través de los valores representativos y de estas el conocimiento para facilitar su posterior análisis e interpretación.

1.10.5. Técnicas de análisis e interpretación de datos

Los datos generados de cada factor evaluado por cada parámetro hematológico analizado, fue sometido al análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, tomando como distribución normal a aquellos valores de probabilidad mayores a 0.05, para las cuales se emplearon pruebas paramétricas en modelos bivariados (Prueba T) y multivariados (ANOVA); mientras que para los datos con distribución no normal, pruebas tales como Wilcoxon y Kruskal-Wallis. Para todos los casos, se consideró como diferencia significativa un valor de probabilidad menor a 0.05, a un nivel de confianza del 95%

1.11. **Ética de la investigación**

El presente estudio no tuvo como unidad de análisis a las personas, sino a sus resultados derivados del examen hematológico, información que fue obtenida en el laboratorio, en el cual el investigador se comprometió al correcto manejo y tratamiento de datos de un modo confidencial, y garantizando el anonimato de los resultados; además de respetar los principios bioéticos de confidencialidad, beneficencia, no maleficencia, equidad y justicia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Daves y col. (Italia, 2015) investigaron la fiabilidad de las pruebas hematológicas usando Sysmex XN en las muestras almacenadas durante un máximo de 24 horas a diferentes temperaturas. Evaluaron 16 muestras de pacientes ambulatorios aparentemente sanos a quienes se realizaron el hemograma a las 3 h, 6 h y 24 h después de la colección, con alícuotas triples mantenidas a temperatura ambiente, 4 ° C y 37 ° C. Se observó un sesgo significativo en todos los parámetros del hemograma después de las 3 h bajo diferentes condiciones de almacenamiento, a excepción de la amplitud de distribución eritrocitaria (RDW) y el recuento de plaquetas a 37 ° C. Después de las 6 h, se observó sesgo significativo para la hemoglobina corpuscular media (MCH) y el volumen corpuscular medio (VCM) a temperatura ambiente, los glóbulos rojos (RBC), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), MCH, VCM y PLT-I a 4 ° C, y RB, RDW, MCHC, PLT y MCHC a 37 ° C. Después de las 24 h, el sesgo fue significativo para MCHC, MCV, recuento de plaquetas y el volumen plaquetario medio (VPM) a temperatura ambiente, MCHC, MCV, PLT-I y MPV a 4 ° C, y todos los parámetros excepto RBC y MPV a 37 ° C (7).

Buoro et al (Italia, 2016) evaluaron la estabilidad de varios parámetros hematológicos utilizando los analizadores Sysmex XN-9000 y Mindray BC-6800. Se utilizaron 10 muestras estándar y 40 muestras de sangre de pacientes enfermos, las cuales fueron evaluadas a temperatura ambiente y 4°C y después de 2, 4, 6, 8, 24, 36 y 48 h. La variación de la medición basal fue evaluada mediante la prueba de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner y gráfico de Bland-Altman, donde se evidencia la variación permisible. El recuento de hematíes y demás parámetros derivados de línea roja mostraron menos estabilidad comparada a parámetros derivados de leucocitos y plaquetas. El error para el hematocrito, VCM, CHCM y RDW fue mayor a las 8 horas de realizado el hemograma con ambos analizadores. Concluyeron que las muestras de sangre medidas por los dos analizadores no presentaron diferencias significativas en los resultados del hemograma cuando estos se almacenaron a temperatura ambiente o 4°C y eran analizadas entre las 2 y 8 horas posteriores a la colección de la muestra de sangre (8).

Lima-Olivera et al (Italia, 2016) validaron el uso de tubos al vacío con EDTA K3 de diferentes marcas. Emplearon 100 muestras de sangre de 100 voluntarios en dos tubos de vacío diferentes con EDTA K3. Los hemogramas fueron analizados en el equipo ADVIA 2120i. Evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ambas marcas, probablemente debido a la presentación del EDTA, uno en forma liofilizada y el otro en forma líquida (9).

Pintéra et al (Hungría, 2016) evaluaron la estabilidad de los parámetros del hemograma completo (CBC) en múltiples puntos hasta 72 horas después de la punción venosa. utilizaron 36 muestras de sangre que fueron medidas a 0, 8, 24, 48, 72 h. 18 muestras se mantuvieron a temperatura ambiente (23-25°C) y las otras 18 a 4°C. La estabilidad de los parámetros de CBC se determinó mediante la comparación de los resultados para la muestra 0 h. La mayoría de los parámetros se mantuvieron estables durante 24 horas a 4 ° C, a excepción de VCM, CHCM, CHCM y MPV. MCV y MPV aumentó después de 8 h ($p < 0,0001$),

Considerando MCHC y CHCM disminuyó significativamente después de las 8 h. No se encontraron cambios significativos en las muestras de MCHC que se mantuvieron a 4 ° C durante 48 h ($p = 0,002$), y CHCM se mantuvo durante 72 h ($p < 0,001$). La estabilidad para el recuento de reticulocitos se mantuvo durante 24 horas a 4 ° C ($p = 0,3047$). Concluyeron que las mediciones de CBC son fiables durante hasta las 8 h cuando las muestras se almacenan a temperatura ambiente. El único parámetro estable durante 72 h a temperatura ambiente fue la hemoglobina. Las muestras de sangre mantenidas a 4 ° C hasta 24 h son adecuadas para el análisis hematológico (10).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Proceso en el laboratorio clínico

Las actividades que se desarrollan en un laboratorio clínico son clasificadas en función al procesamiento de la matriz biológica, de tal modo que se divide en 3 fases: Pre analítica, analítica y post analítica. Cada una de estas tres fases tiene actividades características, las cuales se enlistan a continuación:

- **Pre analítica:** Incluyen actividades dentro del área de recepción, orientación, identificación, registro de solicitud de análisis clínicos, asesoría médica pre-analítica, toma de muestra, verificación de la misma y distribución al área analítica
- **Analítica:** Incluyen actividades dentro del área donde se realizan los procedimientos de análisis, debidamente estandarizados y validados para el uso clínico, según necesidades.
- **Post analítica:** Incluyen actividades dentro del área de transferencia de resultados, validación del proceso analítico, correlato e interpretación clínica, asesoría médica post analítica y entrega de resultados

Cada una de las actividades descritas presenta indicadores de calidad que permiten evaluar la calidad dentro de cada una de las fases del proceso de laboratorio (11).

2.2.2. Fase pre analítica

La fase pre analítica es un componente importante en el proceso de operaciones de un laboratorio, porque existe una diversidad de variables que afectan el resultado de la muestra de sangre u otro fluido corporal analizado de un paciente; desde las variables fisiológicas hasta los procedimientos de la toma de muestra (12).

En la fase pre analítica pueden diferenciarse dos etapas, una externa y otra dentro del laboratorio. Los errores que se pueden generar tienen distinta significación y su medida es difícil ya que algunos de ellos se ponen de manifiesto en la fase analítica y otros no se evidenciarán (13). Además, la fase pre analítica se divide en varias partes, iniciando con la solicitud del examen por el médico, seguido de la colección de la muestra, el transporte de la muestra al laboratorio, la recepción de la muestra por el personal del laboratorio, la preparación de la muestra para el examen, hasta el transporte de la muestra a la sección correcta del laboratorio (14).

2.2.3. Error en el laboratorio clínico

Los errores en la etapa pre analítica no son despreciables considerando que hay intervención humana en la mayoría de actividades y eso hace de que esta fase sea vulnerable y susceptible de cometer errores aleatorios y sistemáticos. Diversos estudios han concluido que los errores en la etapa pre analítica representan entre 46 a 68,2% del total de errores en el proceso del laboratorio (15), y un estudio realizado en 7 países de Latinoamérica solo el 3% realizó correctamente los procedimientos de venopunción según el procedimiento estandarizado de colección de sangre por venopunción H03-A6 del CLSI (16).

Cada actividad realizada en la fase pre analítica no se encuentra exenta de cometer errores, a continuación, se presentan los más frecuentes:

- **Errores en la solicitud de mediciones y exámenes in vitro**
Son aquellos errores que comete el médico solicitante al realizar la petición, como solicitar la medición de analitos que no corresponden a una persona con sexo determinado. Otro error observado es la solicitud de un examen con el nombre incorrecto de la prueba lo que genera confusión e incertidumbre en el laboratorio. Es importante que se maneje un formato de petitorio único que elabore el laboratorio donde enliste todos los exámenes que se realizan dentro de dicho servicio, y capacitar de los nuevos ensayos, su utilidad e interpretación clínica a los médicos del establecimiento (15).

- **Errores de identificación**
Existen dos tipos de errores de identificación: por falta de información y por identificación incorrecta del paciente. La identificación puede ser incompleta por falta del nombre o número de historia del paciente, del motivo para realizar el análisis, del médico solicitante, del diagnóstico, etc. Estos errores son fáciles de detectar y resolver desde el área administrativa, en cambio es difícil detectar la identificación incorrecta de la muestra biológica de un paciente. Un error en la identificación de las muestras biológicas puede tener consecuencias muy perjudiciales, ya que pueden confundirse las muestras de un paciente con otro, y por ende sus resultados finales.

- **Errores en las condiciones de la extracción sanguínea y la recogida de la muestra clínica**
Son los errores que más frecuentemente se producen en la fase pre analítica:
 - ✓ Interferencias por toma de medicamentos o ingesta de determinados alimentos que afectan a la medición o al análisis.
 - ✓ Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos.
 - ✓ Posición incorrecta durante la extracción sanguínea.

- ✓ Contaminación de la muestra clínica con infusiones intravenosas, por ejemplo, suero glucosado o suero salino.
 - ✓ Hemólisis debida a una extracción sanguínea dificultosa.
 - ✓ Extracción sanguínea siguiendo un orden inadecuado de los tubos, provocando una contaminación entre ellos de anticoagulantes. Esto puede afectar a las mediciones o exámenes in vitro.
 - ✓ Extracción con recipiente incorrecto.
 - ✓ Volumen insuficiente de la muestra clínica.
 - ✓ Mala recogida de la orina de 24 horas.
 - ✓ Falta de aditivos en la muestra clínica.
 - ✓ Muestra clínica coagulada.
 - ✓ Tiempo de ayuno antes de la extracción insuficiente.
 - ✓ Muestra clínica extraviada.
-
- Errores en la entrada de datos en el sistema de información del laboratorio clínico

Este tipo de errores se deben al fallo humano en la entrada de peticiones en el sistema de información del laboratorio clínico o del traspaso entre programas informáticos. Evitar este tipo de errores pasa por la toma de conciencia del personal administrativo de la importancia de su trabajo en todo el proceso, así como por el control periódico del correcto funcionamiento del sistema de información del laboratorio clínico.

 - Errores de conservación de la muestra clínica

Se sabe que para cada propiedad biológica existe un tiempo y una temperatura óptimos de conservación. Si no se consideran, la determinación de la propiedad biológica puede dar lugar a valores falsamente elevados o disminuidos. Estos aspectos deben tenerse en cuenta tanto para el transporte de la muestra clínica al laboratorio como para conservarla dentro del mismo. El transporte de las muestras clínicas se debe realizar en las condiciones adecuadas, disponiendo de neveras provistas de termómetros que aseguren el mantenimiento de la temperatura adecuada durante todo el trayecto, así como un registro del tiempo transcurrido entre la extracción sanguínea y la llegada al

laboratorio clínico. Las muestras deben transportarse sin que sufran un exceso de agitación que pueda producir hemólisis. Para las muestras clínicas que se deben centrifugar, si el tiempo transcurrido entre la extracción sanguínea y la llegada al laboratorio clínico es elevado, será conveniente centrifugarlas en el punto de extracción. A la llegada de las muestras clínicas al laboratorio, se debe verificar que las condiciones han sido las correctas y se debe saber cómo y cuánto tiempo pueden ser guardadas antes de su procesamiento. Para ello es aconsejable disponer de un documento accesible a todo el personal del laboratorio clínico en el que consten las condiciones de almacenamiento. La fase pre analítica incluye la llegada al laboratorio de las muestras clínicas, su clasificación en función de las mediciones o exámenes in vitro solicitados, centrifugación y separación del suero o plasma y preparación de alícuotas, cuando proceda. La automatización de este proceso minimiza la producción de errores.

2.2.4. Evaluación del error en el laboratorio clínico

La identificación de los errores y su valoración es trascendental a fin de implementar medidas de acciones preventivas y correctivas como parte del programa de gestión de laboratorio, específicamente a través de actividades de mejora continua de la calidad. Para ello, es necesario que cada actividad desarrollada en el laboratorio clínico, específicamente en la fase pre analítica tenga indicadores de calidad que permitan monitorear el cumplimiento de las mismas de forma periódica. Sin embargo, para definir los indicadores, es importante que se tengan protocolizados todas las actividades en función a manuales o procedimientos referenciando el cómo se debe trabajar idealmente dentro del laboratorio; aquí es necesario tener en cuenta el uso de información dada por organismos que supervisan la calidad dentro de los laboratorios (por ejemplo OPS a través de las BPL, o CLIA a través de las EP); de ese modo esa información servirá como referencia para estimar el nivel de error o sesgo que se comete dentro del laboratorio (15).

2.3. BASES LEGALES

2.3.1. Normativa internacional

ISO 9001:2015. Es la base del sistema de gestión de la calidad ya que es una norma internacional y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios (17).

ISO 15189. Es una norma internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) para el laboratorio de análisis clínicos que quiere especificar los requisitos generales para su competencia técnica. Bajo esta norma los laboratorios clínicos pueden acreditarse (18).

ISO 17025. Es una normativa internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) en la que se establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración. Se trata de una norma de Calidad que tiene base en la serie de normas ISO 9000, aunque introduce una serie de requisitos técnicos imprescindibles para lograr la acreditación de los laboratorios de ensayo y calibración (19).

BPL. Es un conjunto de reglas, de procedimientos operacionales y prácticas establecidas y promulgadas por determinados organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE), o la Food and Drug Administration (FDA), etc.), que se consideran de obligado cumplimiento para asegurar la calidad e integridad de los datos producidos en determinados tipos de investigaciones o estudio (20).

2.3.2. Normativa nacional

Ley N° 26842, Ley General de Salud. Norma sobre el cual se rige todo el sistema nacional de salud en Perú. Es de aplicación y alcance para instituciones estatales y privadas (21).

NTS N° 0021- MINS/DGSP V.01. Este documento busca contribuir a la mejora de la organización de los servicios de salud estableciendo claramente las categorías de establecimientos necesarios para cada nivel de atención. Esta norma técnica se aprobó con Resolución Ministerial N° 769-2004/MINSA, Norma Técnica de Categorías de Establecimientos del Sector Salud (22).

NTP-ISO 15189:2004. Esta norma fue aprobada con Resolución N° 0071-2004/CTR-INDECOPI y especifica los requisitos relativos a la calidad y la competencia de los laboratorios clínicos y además para uso de los laboratorios clínicos en el desarrollo de sus sistemas de gestión de la calidad y la evaluación de sus propias competencias, y para uso por los organismos de acreditación en la confirmación o reconocimiento de la competencia de los laboratorios clínicos (23).

Resolución Ministerial N° 588–2005/MINSA, Listado de Equipos Biomédicos Básicos para establecimientos de Salud. Esta norma enlista los equipos de equipos biomédicos básicos que deben ser utilizados en los establecimientos del primer, segundo y tercer nivel de atención (24).

NTS N° 050–MINS/DGSP-V02. Norma Técnica de Salud para la Acreditación de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo. Esta norma fue aprobada con N° 777-2007/MINSA y busca contribuir a garantizar a los usuarios y al sistema de salud que los establecimientos de salud o servicios médicos de apoyo, según su nivel de complejidad, cuenten con capacidades para brindar prestaciones de calidad sobre la base del cumplimiento de estándares nacionales previamente definidos (25).

NTS N° 072-MINS/DGSP-V.01. Norma que busca establecer los criterios para la organización y el funcionamiento de la UPS de Patología Clínica, que permita una adecuada gestión en la misma. También permite (i) regular las condiciones de infraestructura, equipamiento y recursos humanos para brindar el servicio de Patología Clínica, (ii) establecer los

criterios referidos a gestión, organización y prestación de servicios de la UPS de Patología Clínica con énfasis en la calidad, seguridad y oportunidad y (iii) asegurar el flujo adecuado de los recursos destinados a la atención de los pacientes en la UPS de Patología Clínica, así como promover el uso racional de los mismos (26).

2.3.3. Normativa regional en Ica

R.M. N° 454-2009/MINSA. Esta normativa aprueba la resolución de procedimientos administrativos a cargo de las direcciones regionales de salud. Bajo esta norma, los establecimientos de salud, incluido los laboratorios pueden registrarse a través del Registro Nacional de Establecimientos de Salud (RENAES) (27).

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados

El presente estudio de tesis evaluó 5 factores pre-analíticos (tipo de anticoagulante, volumen de sangre colectado, tiempo de espera hasta su procesamiento, temperatura de almacenamiento y grado de homogenización) que pudieran generar variabilidad en los resultados del hemograma automatizado. Para esto, fue necesario diseñar 5 experimentos con modelos independientes y saber el grado de influencia de cada factor en los resultados del hemograma automatizado, y estimar si existían diferencias significativas entre los mismos, mediante el uso de estadística inferencial de tipo bivariada y multivariada, en modelos paramétricos y no paramétricos, previa evaluación del comportamiento de la distribución de los datos, los cuales fueron numéricos.

El factor 1 (tipo de anticoagulante) fue evaluado por la comparación en el uso de dos anticoagulantes (EDTA K₂ y EDTA K₃). Se evaluaron 20 muestras para ambos casos y se comparó los resultados. Previo al análisis por contraste de hipótesis, se evaluó si los datos generados seguían

distribución normal, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y se evidenció que algunas variables no seguían distribución normal ($p < 0.05$). (ver tabla 1).

Este procesamiento de datos es indispensable para saber si los datos serán evaluados y tratados mediante pruebas estadísticas paramétricas (datos que siguen distribución normal) o no paramétricas (datos que no siguen distribución normal); de tal modo que la prueba de Shapiro-Wilk fue aplicada a los 5 experimentos para evaluar los 5 factores señalados anteriormente. Para la presente tesis, las pruebas paramétricas utilizadas fueron la prueba de t-student y el análisis de varianza (ANOVA); mientras que para las no paramétricas fueron la prueba de Wilcoxon y Kruskal-Wallis. Para el contraste de hipótesis en todos los casos, se consideró como diferencia significativa un valor de la probabilidad menor a 0.05 ($p < 0.05$).

Tabla 1. Contraste de hipótesis para los resultados generados del uso de anticoagulantes EDTA K₂ vs EDTA K₃ en los parámetros del hemograma automatizado

Tabla 1.1. Evaluación de la normalidad de los datos para el factor 1: EDTA K₂ vs EDTA K₃

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
wbc_k2	20	0.93930	1.437	0.730	0.23261
wbc_k3	20	0.93011	1.654	1.015	0.15515
rbc_k2	20	0.95940	0.961	-0.080	0.53201
rbc_k3	20	0.94409	1.323	0.565	0.28611
hgb_k2	20	0.92793	1.706	1.076	0.14088
hgb_k3	20	0.93259	1.596	0.942	0.17316
plt_k2	20	0.95537	1.057	0.111	0.45589
plt_k3	20	0.93363	1.571	0.910	0.18129
lym_k2	20	0.90515	2.245	1.630	0.05157
lym_k3	20	0.25986	17.519	5.771	0.00000
lymp_k2	20	0.95654	1.029	0.057	0.47721
lymp_k3	20	0.94329	1.342	0.594	0.27642
gran_k2	20	0.95447	1.078	0.151	0.43997
gran_k3	20	0.96113	0.920	-0.168	0.56668
granp_k2	20	0.95318	1.108	0.207	0.41793
granp_k3	20	0.95152	1.147	0.277	0.39081
mid_k2	20	0.88447	2.735	2.027	0.02131
mid_k3	20	0.98457	0.365	-2.030	0.97881
midp_k2	20	0.95215	1.133	0.251	0.40091
midp_k3	20	0.94321	1.344	0.596	0.27546
mcv_k2	20	0.53611	10.981	4.829	0.00000
mcv_k3	20	0.90875	2.160	1.552	0.06033
hct_k2	20	0.93947	1.433	0.725	0.23426
hct_k3	20	0.92681	1.733	1.108	0.13402
mch_k2	20	0.87504	2.958	2.186	0.01443
mch_k3	20	0.86561	3.181	2.332	0.00984
mchc_k2	20	0.94013	1.417	0.703	0.24110
mchc_k3	20	0.93075	1.639	0.996	0.15966
rdw_k2	20	0.95318	1.108	0.207	0.41797
rdw_k3	20	0.95356	1.099	0.191	0.42431
mpv_k2	20	0.30068	16.553	5.656	0.00000
mpv_k3	20	0.28847	16.842	5.691	0.00000
pct_k2	20	0.97009	0.708	-0.696	0.75682
pct_k3	20	0.98430	0.372	-1.994	0.97695
pdw_k2	20	0.64619	8.375	4.283	0.00001
pdw_k3	20	0.95042	1.174	0.323	0.37353

Los parámetros que están enmarcados en color rojo, corresponden a datos que no presentaron distribución normal; y por lo tanto fueron evaluados mediante el uso de pruebas no paramétricas (análisis de Wilcoxon). El resto de datos fueron tratados mediante el uso de la prueba t-student.

Tabla 1.2. Comparación de resultados para recuento de leucocitos (WBC)

```
. ttest wbc_k2== wbc_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
wbc_k2	20	6.665	.3857511	1.725132	5.857614	7.472386
wbc_k3	20	6.68	.3803461	1.700959	5.883926	7.476074
diff	20	-.015	.052453	.2345769	-.1247854	.0947854

mean(diff) = mean(wbc_k2 - wbc_k3) t = -0.2860
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.3890 Pr(|T| > |t|) = 0.7780 Pr(T > t) = 0.6110

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “WBC” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.3. Comparación de resultados para recuento de hematíes (RBC)

```
. ttest rbc_k2== rbc_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
rbc_k2	20	4.248	.1591153	.7115853	3.914968	4.581032
rbc_k3	20	4.2245	.1575979	.7047992	3.894644	4.554356
diff	20	.0235	.0240643	.107619	-.0268672	.0738672

mean(diff) = mean(rbc_k2 - rbc_k3) t = 0.9765
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.8295 Pr(|T| > |t|) = 0.3411 Pr(T > t) = 0.1705

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “RBC” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.4. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina (HGB)

```
. ttest hgb_k2== hgb_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
hgb_k2	20	13.52	.4031847	1.803097	12.67612	14.36388
hgb_k3	20	13.525	.4089058	1.828682	12.66915	14.38085
diff	20	-.005	.0499868	.2235479	-.1096237	.0996237

mean(diff) = mean(hgb_k2 - hgb_k3) t = -0.1000
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19
 Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.4607 Pr(|T| > |t|) = 0.9214 Pr(T > t) = 0.5393

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “HGB” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.5. Comparación de resultados para el recuento de plaquetas (PLT)

```
Wilcoxon signed-rank test
```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	8	94.5	105
negative	12	115.5	105
zero	0	0	0
all	20	210	210

unadjusted variance 717.50
 adjustment for ties -1.38
 adjustment for zeros 0.00
 adjusted variance 716.13

Ho: plt_k2 = plt_k3
 z = -0.392
 Prob > |z| = 0.6948

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “PLT” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus medianas.

Tabla 1.6. Comparación de resultados para el recuento de linfocitos (LYM)

```
. ttest lym_k2==lym_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
lym_k2	20	2.155	.1469828	.6573271	1.847361	2.462639
lym_k3	20	2.19	.1511186	.6758231	1.873705	2.506295
diff	20	-.035	.0392529	.1755443	-.1171572	.0471572

mean(diff) = mean(lym_k2 - lym_k3) t = -0.8917
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 **Ha: mean(diff) != 0** Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.1919 **Pr(|T| > |t|) = 0.3837** Pr(T > t) = 0.8081

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “LYM” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.7. Comparación de resultados para el porcentaje de linfocitos (LYMP)

```
. ttest lymp_k2==lymp_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
lymp_k2	20	33.225	1.899403	8.494387	29.2495	37.2005
lymp_k3	20	33.465	1.867496	8.351695	29.55629	37.37371
diff	20	-.24	.3700213	1.654786	-1.014464	.5344636

mean(diff) = mean(lymp_k2 - lymp_k3) t = -0.6486
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 **Ha: mean(diff) != 0** Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.2622 **Pr(|T| > |t|) = 0.5244** Pr(T > t) = 0.7378

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “LYMP” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.8. Comparación de resultados para el recuento de granulocitos (GRAN)

. ttest gran_k2 ==gran_k3						
Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
gran_k2	20	3.96	.3033497	1.356621	3.325082	4.594918
gran_k3	20	3.93	.2967455	1.327086	3.308905	4.551095
diff	20	.03	.0317059	.141793	-.0363612	.0963612
mean(diff) = mean(gran_k2 - gran_k3)				t =	0.9462	
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom =	19	
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.8220		Pr(T > t) = 0.3559		Pr(T > t) = 0.1780		

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “GRAN” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.9. Comparación de resultados para el porcentaje de granulocitos (GRANP)

. ttest granp_k2 ==granp_k3						
Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
granp_k2	20	58.42	2.035159	9.101509	54.16036	62.67964
granp_k3	20	58.165	2.043543	9.139001	53.88782	62.44218
diff	20	.255	.4410797	1.972568	-.6681905	1.17819
mean(diff) = mean(granp_k2 - granp_k3)				t =	0.5781	
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom =	19	
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.7150		Pr(T > t) = 0.5700		Pr(T > t) = 0.2850		

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “GRANP” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.10. Comparación de resultados para el recuento de monocitos (MID)

```

. signrank mid_k2 =mid_k3

Wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	5	84	82.5
negative	6	81	82.5
zero	9	45	45
all	20	210	210

```

unadjusted variance      717.50
adjustment for ties      -10.63
adjustment for zeros     -71.25
-----
adjusted variance        635.63

Ho: mid_k2 = mid_k3
      z = 0.059
Prob > |z| = 0.9526

```

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “MID” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus medianas.

Tabla 1.11. Comparación de resultados para el porcentaje de monocitos (MIDP)

```

. ttest midp_k2 ==midp_k3

Paired t test

```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
midp_k2	20	8.355	.3845349	1.719692	7.550159	9.159841
midp_k3	20	8.37	.4334136	1.938285	7.462855	9.277145
diff	20	-.015	.1746086	.7808733	-.38046	.35046

```

      mean(diff) = mean(midp_k2 - midp_k3)          t = -0.0859
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0                                Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.4662                                Pr(|T| > |t|) = 0.9324      Pr(T > t) = 0.5338

```

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “MIDP” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.12. Comparación de resultados para el volumen corpuscular medio (MCV)

```
. signrank mcv_k2= mcv_k3
```

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	11	131	104.5
negative	8	78	104.5
zero	1	1	1
all	20	210	210

unadjusted variance 717.50
 adjustment for ties -0.75
 adjustment for zeros -0.25

adjusted variance 716.50

Ho: mcv_k2 = mcv_k3

z =	0.990
Prob > z =	0.3222

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “MCV” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus medianas.

Tabla 1.13. Comparación de resultados para el porcentaje de hematocrito (HCT)

```
. ttest hct_k2 ==hct_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
hct_k2	20	37.385	1.173373	5.247483	34.9291	39.8409
hct_k3	20	37.125	1.187542	5.31085	34.63945	39.61055
diff	20	.26	.2266925	1.0138	-.2144728	.7344728

mean(diff) = mean(hct_k2 - hct_k3) t = 1.1469
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.8672 Pr(|T| > |t|) = 0.2656 Pr(T > t) = 0.1328

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “HCT” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 1.14. Comparación de resultados para la hemoglobina corpuscular media (MCH)

```
. signrank mch_k2= mch_k3
```

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	7	72	104.5
negative	12	137	104.5
zero	1	1	1
all	20	210	210

unadjusted variance 717.50
 adjustment for ties -0.88
 adjustment for zeros -0.25

adjusted variance 716.38

Ho: mch_k2 = mch_k3

z = -1.214
Prob > z = 0.2246

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “MCH” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus medianas.

Tabla 1.15. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC)

```
. ttest mchc_k2== mchc_k3
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
mchc_k2	20	36.22	.1658471	.7416908	35.87288	36.56712
mchc_k3	20	36.48	.1491379	.6669648	36.16785	36.79215
diff	20	-.26	.1576806	.7051689	-.5900292	.0700292

mean(diff) = mean(mchc_k2 - mchc_k3) t = -1.6489
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 19

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.0578 Pr(|T| > |t|) = 0.1156 Pr(T > t) = 0.9422

El contraste de hipótesis evidencia que los resultados obtenidos para el parámetro “MCHC” provenientes del uso de EDTA K2 y K3, no presentan diferencias significativas en el análisis de sus promedios.

Tabla 2. Contraste de hipótesis para los resultados generados del uso de volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL en los parámetros del hemograma

Tabla 2.1. Evaluación de la normalidad de los datos para el factor 2: 1 mL vs 2mL vs 4 mL

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
wbc	60	0.96051	2.146	1.646	0.04984
rbc	60	0.97211	1.516	0.897	0.18491
hgb	60	0.93254	3.667	2.801	0.00255
plt	60	0.87960	6.545	4.049	0.00003
lym	60	0.86894	7.124	4.232	0.00001
lymp	60	0.90063	5.402	3.636	0.00014
gran	60	0.94212	3.146	2.471	0.00675
granp	60	0.97328	1.452	0.805	0.21055
mid	60	0.97286	1.475	0.838	0.20090
midp	60	0.97088	1.583	0.990	0.16117
mcv	60	0.79455	11.168	5.201	0.00000
hct	60	0.94054	3.232	2.529	0.00572
mch	60	0.80560	10.567	5.082	0.00000
mchc	60	0.94703	2.879	2.279	0.01132
rdw	60	0.83173	9.147	4.771	0.00000
mpv	60	0.95679	2.349	1.840	0.03285
pct	60	0.91361	4.696	3.334	0.00043
pdw	60	0.96527	1.888	1.369	0.08544

Los parámetros que están enmarcados en color rojo, corresponden a datos que presentaron distribución normal; y por lo tanto fueron evaluados mediante el uso de una prueba paramétrica (análisis de varianza: ANOVA). Los datos con distribución no normal, fueron evaluados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para ambas pruebas, se consideró como diferencia significativa entre medias o medianas de al menos un grupo emparejado, un valor de probabilidad menor a 0.05.

Tabla 2.2. Comparación de resultados para recuento de leucocitos (WBC)

```
. kwallis wbc, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	613.00
2mL	20	625.00
4mL	20	592.00

chi-squared = 0.091 with 2 d.f.
probability = 0.9553

chi-squared with ties = 0.092 with 2 d.f.
probability = 0.9552

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “WBC” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “WBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.3. Comparación de resultados para recuento de hematíes (RBC)

```
. oneway rbc tto_vol, tab bon
```

volumen de muestra		Summary of rbc		
		Mean	Std. Dev.	Freq.
1mL		4.3385	.47466636	20
2mL		4.3605	.48441473	20
4mL		4.373	.5157529	20
Total		4.3573333	.48372799	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.012203333	2	.006101667	0.03	0.9751
Within groups	13.79337	57	.241988947		
Total	13.8055733	59	.233992768		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.1407 Prob>chi2 = 0.932

Comparison of rbc by volumen de muestra (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1mL	2mL
2mL	.022 1.000	
4mL	.0345 1.000	.0125 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “RBC” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las muestras colectadas de 1, 2 y 4 mL, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “RBC” son iguales en las muestras colectadas a 1, 2 y 4 mL.

Tabla 2.4. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina (HGB)

```
. kwallis hgb, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	603.00
2mL	20	610.00
4mL	20	617.00

chi-squared = 0.016 with 2 d.f.
probability = 0.9920

chi-squared with ties = 0.016 with 2 d.f.
probability = 0.9920

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “WBC” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “WBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.5. Comparación de resultados para el recuento de plaquetas (PLT)

```
. kwallis plt, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	597.00
2mL	20	599.00
4mL	20	634.00

chi-squared = 0.142 with 2 d.f.
probability = 0.9315

chi-squared with ties = 0.142 with 2 d.f.
probability = 0.9315

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “WBC” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “WBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.6. Comparación de resultados para el recuento de linfocitos (LYM)

```
. kwallis lym, by(tto_vol)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	591.00
2mL	20	605.50
4mL	20	633.50

```
chi-squared = 0.153 with 2 d.f.
probability = 0.9263
chi-squared with ties = 0.155 with 2 d.f.
probability = 0.9253
```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYM” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYM” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.7. Comparación de resultados para el porcentaje de linfocitos (LYMP)

```
. kwallis lymp, by(tto_vol)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	591.00
2mL	20	594.50
4mL	20	644.50

```
chi-squared = 0.294 with 2 d.f.
probability = 0.8634
chi-squared with ties = 0.294 with 2 d.f.
probability = 0.8634
```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYMP” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYMP” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.8. Comparación de resultados para el recuento de granulocitos (GRAN)

```
. kwallis gran, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1	20	620.50
2	20	623.00
4	20	586.50

chi-squared = 0.136 with 2 d.f.
probability = 0.9341

chi-squared with ties = 0.137 with 2 d.f.
probability = 0.9340

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “GRAN” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “GRAN” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.9. Comparación de resultados para el porcentaje de granulocitos (GRANP)

```
. oneway granp tto_vol, tab bon
```

volumen de muestra	Summary of granp			Freq.
	Mean	Std. Dev.		
1mL	62.705	8.0310893		20
2mL	62.7	8.2781895		20
4mL	62.15	8.3160909		20
Total	62.518333	8.0733605		60

Source	Analysis of Variance				Prob > F
	SS	df	MS	F	
Between groups	4.07033333	2	2.03516667	0.03	0.9703
Within groups	3841.4995	57	67.3947281		
Total	3845.56983	59	65.1791497		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0265 Prob>chi2 = 0.987

Comparison of granp by volumen de muestra (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1mL	2mL
2mL	-.005 1.000	
4mL	-.555 1.000	-.55 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “GRANP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las muestras colectadas de 1, 2 y 4 mL, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “RBC” son iguales en las muestras colectadas a 1, 2 y 4 mL.

Tabla 2.10. Comparación de resultados para el recuento de monocitos (MID)

```
. oneway mid tto_vol, tab bon
```

		Summary of mid		
volumen de muestra		Mean	Std. Dev.	Freq.
1mL		1.235	.3437793	20
2mL		1.2	.30262014	20
4mL		1.175	.28446626	20
Total		1.2033333	.30696252	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.036333333	2	.018166667	0.19	0.8295
Within groups	5.523	57	.096894737		
Total	5.55933333	59	.094225989		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.7047 Prob>chi2 = 0.703

Comparison of mid by volumen de muestra (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1mL	2mL
2mL	-.035 1.000	
4mL	-.06 1.000	-.025 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MID” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las muestras colectadas de 1, 2 y 4 mL, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “RBC” son iguales en las muestras colectadas a 1, 2 y 4 mL.

Tabla 2.11. Comparación de resultados para el porcentaje de monocitos (MIDP)

```
. oneway midp tto_vol, tab bon
```

volumen de muestra	Summary of midp			
	Mean	Std. Dev.	Freq.	
1mL	17.755	4.1583746	20	
2mL	17.74	4.4152129	20	
4mL	17.74	4.3268318	20	
Total	17.745	4.2279307	60	

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.003	2	.0015	0.00	0.9999
Within groups	1054.6455	57	18.5025526		
Total	1054.6485	59	17.8753983		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0686 Prob>chi2 = 0.966

Comparison of midp by volumen de muestra (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1mL	2mL
2mL	-.015 1.000	
4mL	-.015 1.000	0 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MIDP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las muestras colectadas de 1, 2 y 4 mL, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “MIDP” son iguales en las muestras colectadas a 1, 2 y 4 mL.

Tabla 2.12. Comparación de resultados para el volumen corpuscular medio (MCV)

```
. kwallis mcv, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	618.50
2mL	20	605.00
4mL	20	606.50

chi-squared = 0.018 with 2 d.f.
probability = 0.9911

chi-squared with ties = 0.018 with 2 d.f.
probability = 0.9911

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCV” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.13. Comparación de resultados para el porcentaje de hematocrito (HCT)

```
. kwallis hct, by(tto_vol)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	590.00
2mL	20	618.50
4mL	20	621.50

```
chi-squared = 0.099 with 2 d.f.
probability = 0.9517
chi-squared with ties = 0.099 with 2 d.f.
probability = 0.9516
```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HCT” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.14. Comparación de resultados para la hemoglobina corpuscular media (MCH)

```
. kwallis mch, by(tto_vol)
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	640.00
2mL	20	601.50
4mL	20	588.50

```
chi-squared = 0.235 with 2 d.f.
probability = 0.8891
chi-squared with ties = 0.236 with 2 d.f.
probability = 0.8889
```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCH” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCH” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.15. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC)

```
. kwallis mchc, by(tto_vol)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	668.00
2mL	20	627.00
4mL	20	535.00

```

chi-squared =      1.521 with 2 d.f.
probability =      0.4674

chi-squared with ties =      1.529 with 2 d.f.
probability =      0.4655

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCHC” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCHC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.16 Comparación de resultados para la amplitud de distribución eritrocitaria (RDW)

```
. kwallis rdw, by(tto_vol)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	598.50
2mL	20	615.50
4mL	20	616.00

```

chi-squared =      0.033 with 2 d.f.
probability =      0.9839

chi-squared with ties =      0.033 with 2 d.f.
probability =      0.9838

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RDW” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.17. Comparación de resultados para volumen corpuscular plaquetario (MPV)

```
. kwallis mpv, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	535.50
2mL	20	638.50
4mL	20	656.00

chi-squared = 1.390 with 2 d.f.
probability = 0.4991

chi-squared with ties = 1.397 with 2 d.f.
probability = 0.4974

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MPV” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MPV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.18. Comparación de resultados para para el plaquetocrito (PCT)

```
. kwallis pct, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1mL	20	555.50
2mL	20	635.50
4mL	20	639.00

chi-squared = 0.731 with 2 d.f.
probability = 0.6937

chi-squared with ties = 0.736 with 2 d.f.
probability = 0.6923

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PCT” provenientes de los volúmenes de sangre de 1, 2 y 4 mL, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2.19. Comparación de resultados para la amplitud de distribución plaquetaria (PDW)

```
. oneway pdw tto_vol, tab bon
```

volumen de muestra	Mean	Std. Dev.	Freq.
1mL	15.94	.53054094	20
2mL	16.25	.45131387	20
4mL	16.11	.65123365	20
Total	16.1	.55601488	60

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.964	2	.482	1.59	0.2128
Within groups	17.276	57	.303087719		
Total	18.24	59	.309152542		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 2.5152 Prob>chi2 = 0.284

Comparison of pdw by volumen de muestra (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1mL	2mL
2mL	.31 0.241	
4mL	.17 0.999	-.14 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “PDW” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las muestras colectadas de 0.5, 1, 2 y 4 mL, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “PDW” son iguales en las muestras colectadas a 1, 2 y 4 mL.

Tabla 3. Contraste de hipótesis para los resultados generados del tiempo de espera a 0.5, 1, 3 y 6 horas en los parámetros del hemograma

Tabla 3.1. Evaluación de la normalidad de los datos para el factor 3: 0.5 hora vs 1 hora vs 3 horas vs 6 horas

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
wbc	80	0.79320	14.195	5.813	0.00000
rbc	80	0.88334	8.007	4.558	0.00000
hgb	80	0.87177	8.802	4.765	0.00000
plt	80	0.95850	2.848	2.293	0.01091
lym	80	0.78051	15.066	5.943	0.00000
lymp	80	0.95688	2.960	2.378	0.00871
gran	80	0.67699	22.171	6.790	0.00000
granp	80	0.97914	1.432	0.786	0.21591
mid	80	0.98642	0.932	-0.154	0.56123
midp	80	0.95843	2.854	2.298	0.01079
mcv	80	0.80251	13.556	5.712	0.00000
hct	80	0.87025	8.906	4.791	0.00000
mch	80	0.80859	13.138	5.643	0.00000
mchc	80	0.98102	1.303	0.579	0.28113
rdw	80	0.78456	14.788	5.902	0.00000
mpv	80	0.92629	5.060	3.552	0.00019
pct	80	0.89775	7.018	4.269	0.00001
pdw	80	0.64945	24.062	6.969	0.00000

Los parámetros que están enmarcados en color rojo, corresponden a datos que presentaron distribución normal; y por lo tanto fueron evaluados mediante el uso de una prueba paramétrica (análisis de varianza: ANOVA). Los datos con distribución no normal, fueron evaluados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para ambas pruebas, se consideró como diferencia significativa entre medias o medianas de al menos un grupo emparejado, un valor de probabilidad menor a 0.05.

Tabla 3.2. Comparación de resultados para recuento de leucocitos (WBC)

```
. kwallis wbc, by( tto_tiempo)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	847.00
3 horas	20	815.50
6 horas	20	692.50
30 minutos	20	885.00

```

chi-squared =      1.929 with 3 d.f.
probability =      0.5873

chi-squared with ties =      1.931 with 3 d.f.
probability =      0.5869

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “WBC” provenientes del tiempos de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “WBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.3. Comparación de resultados para recuento de hematíes (RBC)

```
. kwallis rbc, by( tto_tiempo)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	831.50
3 horas	20	830.00
6 horas	20	791.50
30 minutos	20	787.00

```

chi-squared =      0.161 with 3 d.f.
probability =      0.9837

chi-squared with ties =      0.161 with 3 d.f.
probability =      0.9837

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RBC” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.4. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina (HGB)

```
. kwallis hgb, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	845.50
3 horas	20	854.00
6 horas	20	721.50
30 minutos	20	819.00

chi-squared = 1.029 with 3 d.f.
probability = 0.7943

chi-squared with ties = 1.030 with 3 d.f.
probability = 0.7940

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HGB” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HGB” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.5. Comparación de resultados para el recuento de plaquetas (PLT)

```
. kwallis plt, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	988.50
3 horas	20	880.00
6 horas	20	640.50
30 minutos	20	731.00

chi-squared = 6.642 with 3 d.f.
probability = 0.0842

chi-squared with ties = 6.643 with 3 d.f.
probability = 0.0842

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PLT” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PLT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.6. Comparación de resultados para el recuento de linfocitos (LYM)

```
. kwallis lym, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	904.00
3 horas	20	810.50
6 horas	20	691.50
30 minutos	20	834.00

chi-squared = 2.172 with 3 d.f.
 probability = 0.5375

chi-squared with ties = 2.187 with 3 d.f.
 probability = 0.5345

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYM” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYM” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.7. Comparación de resultados para el porcentaje de linfocitos (LYMP)

```
. kwallis lymp, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	948.00
3 horas	20	814.50
6 horas	20	739.50
30 minutos	20	738.00

chi-squared = 2.705 with 3 d.f.
 probability = 0.4393

chi-squared with ties = 2.706 with 3 d.f.
 probability = 0.4392

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYMP” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYMP” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.8. Comparación de resultados para el recuento de granulocitos (GRAN)

```
. kwallis gran, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	846.00
3 horas	20	850.50
6 horas	20	727.50
30 minutos	20	816.00

chi-squared = 0.905 with 3 d.f.
 probability = 0.8241

chi-squared with ties = 0.908 with 3 d.f.
 probability = 0.8235

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “GRAN” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “GRAN” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.9. Comparación de resultados para el porcentaje de granulocitos (GRANP)

```
. oneway granp tto_tiempo, tab bon
```

Tiempo de espera hasta el procesamiento	Summary of granp		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
1 hora	64.525	6.7808457	20
3 horas	65.815	6.9015082	20
6 horas	66.315	6.7207671	20
30 minuto	65.95	8.22221	20
Total	65.65125	7.0780458	80

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	36.501375	3	12.167125	0.24	0.8711
Within groups	3921.2985	76	51.5960329		
Total	3957.79987	79	50.0987326		

Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 1.0786 Prob>chi2 = 0.7 > 82

Comparison of granp by Tiempo de espera hasta el procesamiento (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1 hora	3 horas	6 horas
3 horas	1.29 1.000		
6 horas	1.79 1.000	.5 1.000	
30 minut	1.425 1.000	.135 1.000	-.365 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “GRANP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para el tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “GRANP” son iguales en las muestras analizadas a las 1, 3 y 6 horas.

Tabla 3.10. Comparación de resultados para el recuento de monocitos (MID)

```
. oneway mid tto_tiempo, tab bon
```

Tiempo de espera hasta el procesamiento	Summary of mid			Freq.
	Mean	Std. Dev.		
1 hora	1.15	.30521778		20
3 horas	1.115	.34070361		20
6 horas	1.115	.32163235		20
30 minuto	1.13	.33261326		20
Total	1.1275	.31940411		80

Source	Analysis of Variance				F	Prob > F
	SS	df	MS			
Between groups	.0165	3	.0055	0.05	0.9842	
Within groups	8.043	76	.105828947			
Total	8.0595	79	.102018987			

Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 0.2503 Prob>chi2 = 0.9 > 69

Comparison of mid by Tiempo de espera hasta el procesamiento (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1 hora	3 horas	6 horas
3 horas	-.035 1.000		
6 horas	-.035 1.000	0 1.000	
30 minut	-.02 1.000	.015 1.000	.015 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MID” son iguales (homogeneidad de varianzas) para el tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “MID” son iguales en las muestras analizadas a las 1, 3 y 6 horas.

Tabla 3.11. Comparación de resultados para el porcentaje de monocitos (MIDP)

```
. kwallis midp, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	807.50
3 horas	20	806.50
6 horas	20	852.00
30 minutos	20	774.00

chi-squared = 0.285 with 3 d.f.
 probability = 0.9628

chi-squared with ties = 0.285 with 3 d.f.
 probability = 0.9628

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MIDP” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MIDP” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.12. Comparación de resultados para el volumen corpuscular medio (MCV)

```
. kwallis mcv, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	831.00
3 horas	20	889.00
6 horas	20	977.00
30 minutos	20	543.00

chi-squared = 9.802 with 3 d.f.
 probability = 0.0203

chi-squared with ties = 9.803 with 3 d.f.
 probability = 0.0203

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCV” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, si presentan diferencias significativas ($p < 0.05$), lo que demuestra que al menos un grupo pareado de medianas del parámetro “MCV” no son iguales a un nivel de confianza del 95%. Para identificar cual es la mediana que presentó diferencia significativa respecto a las otras, en relación al tiempo de espera, se analizó sus medianas individualmente, encontrándose que los tiempos de 0.5, 1, 3 y 6 horas tuvieron medianas de 87.5, 92.0, 92.6 y 94.6, respectivamente. El análisis pareado de Mann-Whitney evidenció que el tiempo de 0.5 horas generó una mediana distinta al resto, con diferencias significativas. Las medianas del MCV a las 1, 3 y 6 horas no presentaron diferencias significativas.

Tabla 3.13. Comparación de resultados para el porcentaje de hematocrito (HCT)

```
. kwallis hct, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	813.50
3 horas	20	832.50
6 horas	20	871.50
30 minutos	20	722.50

chi-squared = 1.107 with 3 d.f.
probability = 0.7754

chi-squared with ties = 1.107 with 3 d.f.
probability = 0.7753

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MIDP” provenientes del tiempo de espera a las 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MIDP” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HCT” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.14. Comparación de resultados para la hemoglobina corpuscular media (MCH)

```
. kwallis mch, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	836.00
3 horas	20	913.00
6 horas	20	697.50
30 minutos	20	793.50

chi-squared = 2.242 with 3 d.f.
 probability = 0.5237

chi-squared with ties = 2.245 with 3 d.f.
 probability = 0.5232

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HCT” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.15. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC)

```
. oneway mchc tto_tiempo, tab bon
```

Tiempo de espera hasta el procesamiento	Summary of mchc		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
1 hora	33.015	1.1075221	20
3 horas	32.98	1.0471013	20
6 horas	31.33	1.3742366	20
30 minuto	34.4	.92395033	20
Total	32.93125	1.5542994	80

Source	Analysis of Variance				
	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	94.612375	3	31.5374583	24.91	0.0000
Within groups	96.2395	76	1.26630921		
Total	190.851875	79	2.41584652		

Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 3.1704 Prob>chi2 = 0.3766

Comparison of mchc by Tiempo de espera hasta el procesamiento (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1 hora	3 horas	6 horas
3 horas	-.035 1.000		
6 horas	-1.685 0.000	-1.65 0.000	
30 minut	1.385 0.001	1.42 0.001	3.07 0.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro "MCHC" son iguales (homogeneidad de varianzas) para el tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro "MCHC" no son iguales en las muestras analizadas a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, con diferencia significativa ($p < 0.05$) en al menos un grupo pareado de medias. Se procedió a identificar a la media que presentó diferencia significativa respecto a las otras medias, mediante la prueba de

Bonferroni. Se evidenció que la media de MCHC a las 0.5 horas generó un valor significativamente diferente a las medias generadas a las 1, 3 y 6 horas.

Tabla 3.16 Comparación de resultados para la amplitud de distribución eritrocitaria (RDW)

```
. kwallis rdw, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	699.00
3 horas	20	787.00
6 horas	20	1009.50
30 minutos	20	744.50

chi-squared = 5.272 with 3 d.f.
 probability = 0.1529

chi-squared with ties = 5.276 with 3 d.f.
 probability = 0.1527

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RDW” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.17. Comparación de resultados para volumen corpuscular plaquetario (MPV)

```
. kwallis mpv, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	841.50
3 horas	20	852.50
6 horas	20	829.00
30 minutos	20	717.00

chi-squared = 1.093 with 3 d.f.
 probability = 0.7787

chi-squared with ties = 1.096 with 3 d.f.
 probability = 0.7780

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MPV” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MPV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3.18. Comparación de resultados para para el plaquetocrito (PCT)

```
. kwallis pct, by( tto_tiempo)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_tiempo	Obs	Rank Sum
1 hora	20	1062.50
3 horas	20	905.50
6 horas	20	640.50
30 minutos	20	631.50

chi-squared = 12.358 with 3 d.f.
 probability = 0.0063

chi-squared with ties = 12.388 with 3 d.f.
 probability = 0.0062

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PCT” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%. Para identificar cual es la mediana que presentó diferencia significativa respecto a las otras, en relación al tiempo de espera, se analizó sus medianas individualmente, encontrándose que los tiempos de 0.5, 1, 3 y 6 horas tuvieron medianas de 0.240, 0.320, 0.295 y 0.250, respectivamente. El análisis pareado de Mann-Whitney evidenció que el tiempo de 0.5 horas generó una mediana distinta al resto, con diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla 3.19. Comparación de resultados para la amplitud de distribución plaquetaria (PDW)

```
. kwallis pdw, by(tto_vol)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_vol	Obs	Rank Sum
1	20	523.00
2	20	707.00
4	20	600.00

chi-squared = 2.800 with 2 d.f.
probability = 0.2466

chi-squared with ties = 2.816 with 2 d.f.
probability = 0.2446

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PDW” provenientes del tiempo de espera a las 0.5, 1, 3 y 6 horas, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4. Contraste de hipótesis para los resultados generados de temperatura de trabajo a 4, 20 y 30°C en los parámetros del hemograma

Tabla 4.1. Evaluación de la normalidad de los datos para el factor 4: 4°C vs 20°C vs 30°C

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
wbc	60	0.97283	1.477	0.841	0.20021
rbc	60	0.80589	10.551	5.079	0.00000
hgb	60	0.84941	8.186	4.532	0.00000
plt	60	0.97531	1.342	0.634	0.26299
lym	60	0.85650	7.800	4.428	0.00000
lymp	60	0.97115	1.568	0.970	0.16604
gran	60	0.92803	3.912	2.940	0.00164
granp	60	0.97000	1.631	1.054	0.14593
mid	60	0.97439	1.392	0.713	0.23799
midp	60	0.95929	2.213	1.712	0.04345
mcv	60	0.40831	32.162	7.481	0.00000
hct	60	0.85606	7.824	4.434	0.00000
mch	60	0.24062	41.278	8.019	0.00000
mchc	60	0.98410	0.864	-0.315	0.62356
rdw	60	0.96408	1.953	1.442	0.07461
mpv	60	0.83822	8.794	4.686	0.00000
pct	60	0.97999	1.087	0.181	0.42831
pdw	60	0.90538	5.143	3.530	0.00021

Los parámetros que están enmarcados en color rojo, corresponden a datos que presentaron distribución normal; y por lo tanto fueron evaluados mediante el uso de una prueba paramétrica (análisis de varianza: ANOVA). Los datos con distribución no normal, fueron evaluados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para ambas pruebas, se consideró como diferencia significativa entre medias o medianas de al menos un grupo emparejado, un valor de probabilidad menor a 0.05.

Tabla 4.2. Comparación de resultados para recuento de leucocitos (WBC)

```
. oneway wbc tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of wbc			
	Mean	Std. Dev.	Freq.	
4	6.625	1.8572405	20	
20	6.675	2.0406075	20	
30	6.255	1.5551189	20	
Total	6.5183333	1.807282	60	

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	2.10533333	2	1.05266667	0.31	0.7312
Within groups	190.6045	57	3.3439386		
Total	192.709833	59	3.26626836		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 1.3677 Prob>chi2 = 0.505

Comparison of wbc by tto_temperatura (Bonferroni)

Row Mean-		
Col Mean	4	20
20	.05	1.000
30	-.37	-.42
	1.000	1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “WBC” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “WBC” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.3. Comparación de resultados para recuento de hematíes (RBC)

```
. kwallis rbc, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	663.00
20	20	587.50
30	20	579.50

chi-squared = 0.696 with 2 d.f.
probability = 0.7061

chi-squared with ties = 0.697 with 2 d.f.
probability = 0.7058

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RBC” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.4. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina (HGB)

```
. kwallis hgb, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	643.50
20	20	594.00
30	20	592.50

chi-squared = 0.276 with 2 d.f.
probability = 0.8710

chi-squared with ties = 0.277 with 2 d.f.
probability = 0.8705

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HGB” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HGB” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.5. Comparación de resultados para el recuento de plaquetas (PLT)

```
. oneway plt tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of plt			
	Mean	Std. Dev.	Freq.	
4	221.2	65.643054	20	
20	222.25	65.809034	20	
30	231.35	66.788965	20	
Total	224.93333	65.114987	60	

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1246.23333	2	623.116667	0.14	0.8673
Within groups	248911.5	57	4366.86842		
Total	250157.733	59	4239.96158		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0065 Prob>chi2 = 0.997

Comparison of plt by tto_temperatura (Bonferroni)

Row Mean-		
Col Mean	4	20
20	1.05	
	1.000	
30	10.15	9.1
	1.000	1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “PLT” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “PLT” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.6. Comparación de resultados para el recuento de linfocitos (LYM)

```
. kwallis lym, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_te~a	Obs	Rank Sum
4	20	614.00
20	20	645.50
30	20	570.50

chi-squared = 0.465 with 2 d.f.
 probability = 0.7926

chi-squared with ties = 0.467 with 2 d.f.
 probability = 0.7916

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYM” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYM” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.7. Comparación de resultados para el porcentaje de linfocitos (LYMP)

```
. oneway lympt tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of lympt		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
4	22.545	6.4469066	20
20	24.62	8.3807172	20
30	22.4	5.7193117	20
Total	23.188333	6.8980246	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	61.7003333	2	30.8501667	0.64	0.5308
Within groups	2745.6815	57	48.1698509		
Total	2807.38183	59	47.5827429		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 2.9229 Prob>chi2 = 0.232

Comparison of lympt by tto_temperatura (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	4	20
20	2.075 1.000	
30	-.145 1.000	-2.22 0.948

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “LYMP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “LYMP” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.8. Comparación de resultados para el recuento de granulocitos (GRAN)

```
. kwallis gran, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	631.50
20	20	607.00
30	20	591.50

chi-squared = 0.133 with 2 d.f.
probability = 0.9355

chi-squared with ties = 0.134 with 2 d.f.
probability = 0.9353

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “GRAN” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “GRAN” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.9. Comparación de resultados para el porcentaje de granulocitos (GRANP)

```
. oneway granp tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of granp		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
4	57.01	10.554266	20
20	56.015	11.428048	20
30	57.255	10.888307	20
Total	56.76	10.788933	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	17.251	2	8.6255	0.07	0.9308
Within groups	6850.413	57	120.182684		
Total	6867.664	59	116.401085		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.1199 Prob>chi2 = 0.942

Comparison of granp by tto_temperatura (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	4	20
20	-.995 1.000	
30	.245 1.000	1.24 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “GRANP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “GRANP” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.10. Comparación de resultados para el recuento de monocitos (MID)

```
. oneway mid tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of mid			
	Mean	Std. Dev.	Freq.	
4	1.3	.40262298	20	
20	1.24	.40183788	20	
30	1.23	.39483508	20	
Total	1.2566667	.39418084	60	

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.057333333	2	.028666667	0.18	0.8363
Within groups	9.11	57	.159824561		
Total	9.16733333	59	.155378531		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0086 Prob>chi2 = 0.996

Comparison of mid by tto_temperatura (Bonferroni)

Row Mean-		
Col Mean	4	20
20	-.06	1.000
30	-.07	-.01
	1.000	1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MID” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “MID” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.11. Comparación de resultados para el porcentaje de monocitos (MIDP)

```
. kwallis midp, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_te~a	Obs	Rank Sum
4	20	645.50
20	20	551.00
30	20	633.50

chi-squared = 0.868 with 2 d.f.
probability = 0.6480

chi-squared with ties = 0.868 with 2 d.f.
probability = 0.6479

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MIDP” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MIDP” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.12. Comparación de resultados para el volumen corpuscular medio (MCV)

```
. kwallis mcv, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_te~a	Obs	Rank Sum
4	20	612.00
20	20	595.50
30	20	622.50

chi-squared = 0.061 with 2 d.f.
 probability = 0.9701

chi-squared with ties = 0.061 with 2 d.f.
 probability = 0.9701

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCV” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.13. Comparación de resultados para el porcentaje de hematocrito (HCT)

```
. kwallis hct, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_te~a	Obs	Rank Sum
4	20	645.00
20	20	587.50
30	20	597.50

chi-squared = 0.309 with 2 d.f.
 probability = 0.8567

chi-squared with ties = 0.310 with 2 d.f.
 probability = 0.8565

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HCT” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.14. Comparación de resultados para la hemoglobina corpuscular media (MCH)

```
. kwallis mch, by( tto_temperatura)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	576.50
20	20	605.50
30	20	648.00

```

chi-squared =      0.424 with 2 d.f.
probability =      0.8090

chi-squared with ties =      0.425 with 2 d.f.
probability =      0.8087

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCH” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCH” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.15. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC)

```
. oneway mchc tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of mchc			Freq.
	Mean	Std. Dev.		
4	35.345	.48065197		20
20	35.525	.69575782		20
30	35.465	.63101839		20
Total	35.445	.60349968		60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.336	2	.168	0.45	0.6382
Within groups	21.1525	57	.371096491		
Total	21.4885	59	.364211864		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 2.5563 Prob>chi2 = 0.279

Comparison of mchc by tto_temperatura (Bonferroni)			
Row Mean-	Col Mean		
	4	20	
20	.18		1.000
30	.12	-.06	1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MCHC” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “MCHC” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.16 Comparación de resultados para la amplitud de distribución eritrocitaria (RDW)

```
. kwallis rdw, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	580.00
20	20	633.00
30	20	617.00

chi-squared = 0.242 with 2 d.f.
probability = 0.8859

chi-squared with ties = 0.243 with 2 d.f.
probability = 0.8857

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RDW” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.17. Comparación de resultados para volumen corpuscular plaquetario (MPV)

```
. kwallis mpv, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	653.00
20	20	625.00
30	20	552.00

chi-squared = 0.891 with 2 d.f.
probability = 0.6404

chi-squared with ties = 0.893 with 2 d.f.
probability = 0.6398

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MPV” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MPV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4.18. Comparación de resultados para para el plaquetocrito (PCT)

```
. oneway pct tto_temperatura, tab bon
```

tto_temperatura	Summary of pct		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
4	.215	.06056749	20
20	.218	.06083628	20
30	.2185	.06310184	20
Total	.21716667	.06048089	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.000143333	2	.000071667	0.02	0.9812
Within groups	.215675	57	.003783772		
Total	.215818333	59	.003657938		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0379 Prob>chi2 = 0.981

Comparison of pct by tto_temperatura (Bonferroni)			
Row Mean-			Col Mean
Col Mean	4	20	
20	.003	1.000	
30	.0035	.0005	1.000
	1.000	1.000	

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “PCT” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “PCT” son iguales en las muestras analizadas a 4, 20 y 30°C.

Tabla 4.19. Comparación de resultados para la amplitud de distribución plaquetaria (PDW)

```
. kwallis pdw, by( tto_temperatura)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_temperatura	Obs	Rank Sum
4	20	691.50
20	20	614.50
30	20	524.00

chi-squared = 2.305 with 2 d.f.
 probability = 0.3159

chi-squared with ties = 2.314 with 2 d.f.
 probability = 0.3145

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PDW” para las temperaturas de 4, 20 y 30°C, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5. Contraste de hipótesis para los resultados generados número de rotaciones a las 5, 10 y 20 veces en los parámetros del hemograma

Tabla 5.1. Evaluación de la normalidad de los datos para el factor 5: 5 rotaciones vs 10 rotaciones vs 20 rotaciones

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
wbc	60	0.97662	1.271	0.517	0.30269
rbc	60	0.77347	12.314	5.412	0.00000
hgb	60	0.95678	2.349	1.841	0.03280
plt	60	0.95957	2.198	1.697	0.04484
lym	60	0.81048	10.302	5.027	0.00000
lymp	60	0.96970	1.647	1.075	0.14110
gran	60	0.95867	2.246	1.744	0.04054
granp	60	0.97317	1.458	0.813	0.20803
mid	60	0.96552	1.874	1.354	0.08789
midp	60	0.97927	1.127	0.258	0.39827
mcv	60	0.89719	5.588	3.709	0.00010
hct	60	0.96111	2.114	1.614	0.05331
mch	60	0.88871	6.049	3.880	0.00005
mchc	60	0.96131	2.103	1.602	0.05456
rdw	60	0.91885	4.411	3.199	0.00069
mpv	60	0.88849	6.062	3.884	0.00005
pct	60	0.96252	2.037	1.534	0.06252
pdw	60	0.97766	1.214	0.418	0.33785

Los parámetros que están enmarcados en color rojo, corresponden a datos que presentaron distribución normal; y por lo tanto fueron evaluados mediante el uso de una prueba paramétrica (análisis de varianza: ANOVA). Los datos con distribución no normal, fueron evaluados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para ambas pruebas, se consideró como diferencia significativa entre medias o medianas de al menos un grupo emparejado, un valor de probabilidad menor a 0.05.

Tabla 5.2. Comparación de resultados para recuento de leucocitos (WBC)

```
. oneway wbc tto_rotaciones, tab bon
```

tto_rotaciones	Mean	Std. Dev.	Freq.
5	6.385	1.4683593	20
10	6.485	1.480496	20
20	6.795	1.5281482	20
Total	6.555	1.4775638	60

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.828	2	.914	0.41	0.6654
Within groups	126.9805	57	2.22772807		
Total	128.8085	59	2.18319492		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0332 Prob>chi2 = 0.984

Comparison of wbc by tto_rotaciones (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	5	10
10	.1 1.000	
20	.41 1.000	.31 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “WBC” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las 5, 10 y 20 rotaciones, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “WBC” son iguales en las muestras analizadas a 5, 10 y 20 rotaciones.

Tabla 5.3. Comparación de resultados para recuento de hematíes (RBC)

```
. kwallis rbc, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	600.00
10	20	590.00
20	20	640.00

chi-squared = 0.230 with 2 d.f.
probability = 0.8916

chi-squared with ties = 0.230 with 2 d.f.
probability = 0.8915

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RBC” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RBC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.4. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina (HGB)

```
. kwallis hgb, by( tto_rotaciones)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	604.50
10	20	615.50
20	20	610.00

```

chi-squared =      0.010 with 2 d.f.
probability =      0.9951

chi-squared with ties =      0.010 with 2 d.f.
probability =      0.9950

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HGB” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HGB” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.5. Comparación de resultados para el recuento de plaquetas (PLT)

```
. kwallis plt, by( tto_rotaciones)

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	629.50
10	20	574.50
20	20	626.00

```

chi-squared =      0.311 with 2 d.f.
probability =      0.8560

chi-squared with ties =      0.311 with 2 d.f.
probability =      0.8560

```

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PLT” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PLT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.6. Comparación de resultados para el recuento de linfocitos (LYM)

```
. kwallis lym, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	526.00
10	20	556.50
20	20	747.50

chi-squared = 4.725 with 2 d.f.
 probability = 0.0942

chi-squared with ties = 4.760 with 2 d.f.
 probability = 0.0926

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “LYM” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “LYM” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.7. Comparación de resultados para el porcentaje de linfocitos (LYMP)

```
. oneway lym tto_rotaciones, tab bon
```

tto_rotaciones	Summary of lym			Freq.
	Mean	Std. Dev.		
5	22.01	6.2656037		20
10	22.035	6.2279738		20
20	25.36	6.9017465		20
Total	23.135	6.5567102		60

Source	Analysis of Variance				F	Prob > F
	SS	df	MS			
Between groups	148.525	2	74.2625	1.77	0.1791	
Within groups	2387.9115	57	41.8931842			
Total	2536.4365	59	42.9904492			

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.2519 Prob>chi2 = 0.882

Comparison of lym by tto_rotaciones (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	5	10
10	.025	1.000
20	3.35	3.325
	0.322	0.329

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “LYMP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las 5, 10 y 20 rotaciones, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “LYMP” son iguales en las muestras analizadas a 5, 10 y 20 rotaciones.

Tabla 5.8. Comparación de resultados para el recuento de granulocitos (GRAN)

```
. kwallis gran, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	591.00
10	20	615.50
20	20	623.50

chi-squared = 0.094 with 2 d.f.
probability = 0.9541

chi-squared with ties = 0.094 with 2 d.f.
probability = 0.9540

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “GRAN” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “GRAN” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.9. Comparación de resultados para el porcentaje de granulocitos (GRANP)

```
. oneway granp tto_rotaciones, tab bon
```

tto_rotaciones	Summary of granp		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
5	61.295	8.2613542	20
10	61.305	8.2797454	20
20	59.685	9.2244113	20
Total	60.761667	8.4880393	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	34.7773333	2	17.3886667	0.24	0.7913
Within groups	4215.9845	57	73.9646404		
Total	4250.76183	59	72.0468107		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.3018 Prob>chi2 = 0.860

Comparison of granp by tto_rotaciones (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	5	10
10	.01 1.000	
20	-1.61 1.000	-1.62 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “GRANP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las 5, 10 y 20 rotaciones, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “GRANP” son iguales en las muestras analizadas a 5, 10 y 20 rotaciones.

Tabla 5.10. Comparación de resultados para el recuento de monocitos (MID)

```
Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test
```

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	624.50
10	20	642.50
20	20	563.00

chi-squared = 0.570 with 2 d.f.
probability = 0.7521

chi-squared with ties = 0.580 with 2 d.f.
probability = 0.7484

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MID” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MID” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.11. Comparación de resultados para el porcentaje de monocitos (MIDP)

```
. oneway midp tto_rotaciones, tab bon
```

Summary of midp			
tto_rotaciones	Mean	Std. Dev.	Freq.
5	16.695	4.652727	20
10	16.66	4.6235553	20
20	14.955	4.1007669	20
Total	16.103333	4.4656112	60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	39.5723333	2	19.7861667	0.99	0.3772
Within groups	1136.987	57	19.9471404		
Total	1176.55933	59	19.9416836		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.3653 Prob>chi2 = 0.833

Comparison of midp by tto_rotaciones (Bonferroni)

Row Mean - Col Mean	5	10
10	-.035	1.000
20	-1.74	-1.705
	0.669	0.697

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro “MIDP” son iguales (homogeneidad de varianzas) para las 5, 10 y 20 rotaciones, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro “MIDP” son iguales en las muestras analizadas a 5, 10 y 20 rotaciones.

Tabla 5.12. Comparación de resultados para el volumen corpuscular medio (MCV)

```
. kwallis mcv, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	605.50
10	20	653.00
20	20	571.50

chi-squared = 0.549 with 2 d.f.
probability = 0.7598

chi-squared with ties = 0.550 with 2 d.f.
probability = 0.7597

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCV” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.13. Comparación de resultados para el porcentaje de hematocrito (HCT)

```
. kwallis hct, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	600.00
10	20	621.00
20	20	609.00

chi-squared = 0.036 with 2 d.f.
probability = 0.9820

chi-squared with ties = 0.036 with 2 d.f.
probability = 0.9820

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “HCT” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “HCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.14. Comparación de resultados para la hemoglobina corpuscular media (MCH)

```
. kwallis mch, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	632.00
10	20	613.50
20	20	584.50

chi-squared = 0.188 with 2 d.f.
probability = 0.9103

chi-squared with ties = 0.188 with 2 d.f.
probability = 0.9102

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCH” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCH” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.15. Comparación de resultados para la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC)

```
. kwallis mchc, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_ro~s	Obs	Rank Sum
5	20	602.00
10	20	610.50
20	20	617.50

chi-squared = 0.020 with 2 d.f.
probability = 0.9902

chi-squared with ties = 0.020 with 2 d.f.
probability = 0.9901

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MCHC” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MCHC” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.16 Comparación de resultados para la amplitud de distribución eritrocitaria (RDW)

```
. kwallis rdw, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	647.50
10	20	562.00
20	20	620.50

chi-squared = 0.626 with 2 d.f.
 probability = 0.7311

chi-squared with ties = 0.627 with 2 d.f.
 probability = 0.7307

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “RDW” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “RDW” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.17. Comparación de resultados para volumen corpuscular plaquetario (MPV)

```
. kwallis mpv, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	595.00
10	20	612.50
20	20	622.50

chi-squared = 0.064 with 2 d.f.
 probability = 0.9687

chi-squared with ties = 0.064 with 2 d.f.
 probability = 0.9687

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “MPV” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “MPV” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.18. Comparación de resultados para para el plaquetocrito (PCT)

```
. kwallis pct, by( tto_rotaciones)
```

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

tto_rotaciones	Obs	Rank Sum
5	20	622.00
10	20	572.00
20	20	636.00

chi-squared = 0.371 with 2 d.f.
probability = 0.8306

chi-squared with ties = 0.373 with 2 d.f.
probability = 0.8300

El contraste de hipótesis para la evaluación de la suma de rangos del parámetro “PCT” para las 5, 10, y 20 rotaciones, no presentan diferencias significativas, lo que demuestra que las medianas del parámetro “PCT” son iguales a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.19. Comparación de resultados para la amplitud de distribución plaquetaria (PDW)

```
. oneway pdw tto_rotaciones, tab bon
```

tto_rotaciones	Summary of pdw			Freq.
	Mean	Std. Dev.		
5	16.31	.8129867		20
10	16.225	.84409715		20
20	16.345	.85253492		20
Total	16.293333	.82397685		60

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.152333333	2	.076166667	0.11	0.8971
Within groups	39.905	57	.700087719		
Total	40.0573333	59	.678937853		

Bartlett's test for equal variances: chi2(2) = 0.0462 Prob>chi2 = 0.977

Comparison of pdw by tto_rotaciones (Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	5	10
10	-.085 1.000	
20	.035 1.000	.12 1.000

La prueba de Barlett muestra que las varianzas del parámetro "PDW" son iguales (homogeneidad de varianzas) para las 5, 10 y 20 rotaciones, con un nivel de confianza al 95%. Por ende, se continúa con el análisis de ANOVA, donde se evidencia que las medias del parámetro "PDW" son iguales en las muestras analizadas a 5, 10 y 20 rotaciones.

3.2. Discusión de resultados

Los resultados evidenciados en el presente estudio de tesis son numerosos, por lo que se ha priorizado una discusión sistemática, en función a los parámetros del hemograma completo que tienen mayor importancia y utilidad dentro del campo clínico.

Con respecto al tipo de anticoagulante usado (factor 1), cabe señalar que el EDTA K₂ es el que se distribuye mayoritariamente en el mercado nacional, encontrándose en forma liofilizada, a diferencia del EDTA K₃, que presenta forma líquida. Usualmente, las variaciones entre los parámetros del hemograma automatizado se generan por un llenado insuficiente del tubo EDTA da como resultado un exceso de EDTA, especialmente cuando se utilizan tubos EDTA líquidos. El llenado insuficiente del tubo EDTA líquido podría conducir a algún grado de dilución artefacto. Además, el EDTA es hipertónico y hace que el agua Dejar RBC, lo que resulta en la contracción de las células (28). Así mismo, el EDTA K₂ tiende a incrementar los valores del VCM (29), hallazgo que también se encontró en nuestros resultados, no obstante las diferencias en las medianas del VCM para ambos anticoagulantes no presentaron diferencias significativas; así como con el resto de parámetros del hemograma automatizado, muy similar a estudios previamente publicados (9, 28, 29). También, hay que considerar que el EDTA K₃ por estar en forma líquida genera hemodilución pudiendo disminuir los valores de hematocrito, sin embargo esa hipótesis no fue aceptada en nuestro estudio, donde incluso la media de los valores del hematocrito fue mayor en tubos con EDTA K₂ que K₃; pero nuevamente sin diferencia significativa.

El segundo factor a evaluar fue el volumen de sangre colectado en tubos EDTA K₂, por triplicado (1, 2 y 4 mL). En teoría, todos los tubos de recogida de sangre necesitan ser llenados al volumen correcto (30). Esto asegura la cantidad adecuada de sangre para la cantidad de aditivo en el tubo (proporción de sangre a aditivo). Por ejemplo, si un tubo de EDTA de extracción de 5 mL se llena sólo con 3 mL de sangre, la concentración de EDTA es erróneamente alta y puede interferir potencialmente con algunos analitos químicos. Las fechas de caducidad también deben comprobarse en los tubos evacuados (31). No se deben usar tubos expirados, ya que pueden tener un vacío reducido, y por ende no extraer el volumen indicado, así como los cambios potenciales en cualquier aditivo en los tubos. Sin embargo, nuestro trabajo evaluó si efectivamente se cumple lo que establece la teoría con la práctica, ya que existen situaciones diversas que complican y/o dificultan extraer el volumen exacto que señala los tubos con sistema de extracción al vacío; por ejemplo, la extracción en neonatos, pacientes con múltiples pruebas que requieren distintos aditivos en los tubos de colección de sangre, pacientes en UCI, unidad de quemados, entre otros. Por tal razón, resulta importante conocer si realmente existen variaciones significativas debido a los volúmenes de sangre colectados en los tubos al vacío. Particularmente, nuestros hallazgos no mostraron diferencias significativas en los parámetros hematológicos estudiados en las muestras de sangre colectadas a volúmenes de 1, 2 y 4 mL. No obstante, algunos investigadores señalan que ciertos analitos si pueden generar variación en sus resultados debido a no garantizar la proporción de sangre: EDTA; por ejemplo, en el caso de la hormona paratiroidea, debido a una quelación del cofactor de magnesio en algunos ensayos (32). Sin embargo, no hay reportes que señalen variabilidad para parámetros hematológicos, tal como fue comprobado en la presente investigación.

El tiempo de espera desde la colección de la muestra hasta su respectivo análisis (factor 3) fue evaluado, considerando tiempos de 30 minutos, 1, 3 y 6 horas. No se añadió tiempos de espera más largos, ya que los todos hemogramas automatizados son procesados en el turno de trabajo respectivo. Hay pocos estudios que han evaluado la estabilidad de las

muestras analizadas para el hemograma automatizado en diferentes tiempos, pero en general se considera que los resultados son estables hasta las 8 horas posterior a su colección; sin embargo, esto solo es aplicable a algunos parámetros hematológicos como el recuento de hematíes, plaquetas y algunas constantes corpusculares como el VCM, HCM y CHCM (8). Nuestros hallazgos son similares a lo reportado por otros autores (8, 10), en el sentido que la mayoría de parámetros del hemograma no presentan diferencias significativas en los resultados obtenidos del procesamiento a diferentes tiempo con respecto a su colección; aunque hay algunos parámetros tales como el recuento de plaquetas, el porcentaje de monocitos, el volumen corpuscular medio (tienden a incrementar con el tiempo, debido probablemente al fenómeno de Rouleaux), la concentración de la hemoglobina corpuscular media (tienden a disminuir con el tiempo debido probablemente a la hemólisis eritrocitaria) y el plaquetocrito que si presentaron diferencias significativas en sus resultados. De hecho, las diferencias se hacen más pronunciadas entre los resultados generados a la hora y 6 horas; de tal modo, que sería ideal que las muestras sean analizadas durante la primera hora después de su colección, para evitar tener variabilidad en los parámetros mencionados.

La temperatura de trabajo a 4, 20 y 30°C (factor 4) en los parámetros del hemograma, fue evaluada bajo la hipótesis de que el almacenamiento a ciertas temperaturas de las muestras colectadas, puede garantizar homogeneidad en los resultados a través del tiempo (procesamiento a las 2 horas de la colección), y por ende disminuir la variabilidad. La evaluación de este parámetro no se realizó considerando más tiempo de espera al procesamiento, precisamente para evitar posibles sesgos en relación al tiempo. Se quiso estimar únicamente el factor temperatura de almacenamiento y como este generaba variación en los resultados. Sin embargo, la variación encontrada en los resultados de todos los parámetros hematológicos no tuvieron significancia estadística. No obstante, los resultados obtenidos por otros investigadores señalan que podría existir un sesgo relacionado al equipo y modelo utilizado para el procesamiento del hemograma automatizado. Por ejemplo, para la serie Sysmex XN, de acuerdo

con datos publicados por Briggs et al. (33), se encontró que los valores de WBC, RBC y diferencial de leucocitos eran estables hasta 48 h cuando las muestras normales se almacenaban a 4°C. Tanaka et al. reportó datos sobre la estabilidad del recuento de PLT (34), que son en general similares a los resultados observados en este estudio (PLT parecen ser estable hasta por 48 h en muestras de sangre almacenada en ambos RT ya 4°C).

El número de rotaciones (factor 5) para homogenizar la muestra de sangre previa a su procesamiento fue evaluado considerando 5, 10 y 20 rotaciones, con el objetivo de estimar diferencias significativas entre sus resultados. En general, todos los tubos con aditivos necesitan invertirse para mezclar el aditivo uniformemente con la sangre. Los tubos plásticos de suero y los tubos que contienen gel activador de coágulos deben invertirse 5 veces para mezclar el activador con la sangre y ayudar a que el espécimen se coagule completamente. Otros tubos con otros aditivos, como el EDTA o heparina, necesitan invertirse 8-10 veces para mezclar el anticoagulante con la sangre y prevenir la coagulación, asegurándose de que los tubos no se agiten vigorosamente, ya que esto puede conducir a una muestra hemolizada (31). A pesar de lo reportado, nuestros hallazgos confirman que el número de rotaciones no afecta significativamente en los resultados de todos los parámetros del hemograma automatizado.

Finalmente, se puede concluir que los resultados de este estudio demuestran que el tiempo de espera hasta el procesamiento de las muestras, es el único factor que genera un impacto en la calidad de los resultados en los parámetros del hemograma automatizado. En general, se puede sugerir que las muestras de sangre siempre deben ser analizadas dentro de las 2 horas posterior a la colección, independientemente de la temperatura de almacenamiento y los otros factores estudiados.

3.3. Conclusiones

- Existen factores pre-analíticos que se asocian a variabilidad de resultados en los parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha, sin embargo no todos con nivel de significancia, y sobre todos los parámetros del hemograma completo.
- El tipo de anticoagulante usado (EDTA K2 y EDTA K3) no genera variabilidad significativa en los resultados de parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.
- El volumen de sangre colectado (1, 2 y 4 mL) no genera variabilidad significativa en los resultados de parámetros del hemograma completo automatizado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.
- El tiempo de espera hasta el procesamiento si genera variabilidad significativa en algunos de los resultados de parámetros del hemograma completo dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha
- La temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento los resultados no genera variabilidad significativa en los resultados de parámetros del hemograma completo dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.
- El grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento no genera variabilidad significativa en los resultados de parámetros del hemograma completo automatizado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha.

3.4. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos, es recomendable procesar los hemogramas automatizados durante las dos primeras horas posteriores a la colección de la muestra, más allá de la creencia de variabilidad asociada a factores como el tipo de anticoagulante, volumen de sangre, temperatura de almacenamiento y número de rotaciones previa al análisis.
- Realizar un diseño donde se evalúen muestras de pacientes normales y patológicos en categorías distintas, para estimar el comportamiento de los factores pre-analíticos según enfermedad.
- Determinar la incertidumbre de la medición usando el analizador automatizado, tomando como referencia los datos generados de ensayos de repetividad, control de calidad interno y externo.

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

1. Sciacovelli L, Plebani M. The IFCC Working Group on laboratory errors and patient safety. *Clin Chim Acta* 2009;404(1):79-85. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009898109001478>
2. International Organization for Standardization. ISO 15189:2012. Medical laboratories -- Requirements for quality and competence. Disponible en: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=56115
3. Lippi G, Guidi GC, Mattiuzzi C, Plebani M. Preanalytical variability: the dark side of the moon in laboratory testing. *Clin Chem Lab Med* 2006;44(4):358–65. Disponible en: <http://www.univr.it/documenti/ArticoloRivista/allegato/allegato921257.pdf>
4. Imeri F, Herklotz R, Risch L, Arbetsleitner C, Zerlauth M, RischGM, et al. Stability of hematological analytes depends on the hematology analyser used: a stability study with Bayer Advia120, Beckman Coulter LH 750 and Sysmex XE 2100. *Clin Chim Acta*. 2008;397(1/2):68-71. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009898108003720>
5. Sheshadri Narayanan, Walter G. Guder. Preanalytical Variables and Their Influence on the Quality of Laboratory Results. *eJIFCC*. 2000;13(1):1-4 Disponible en: <http://www.ifcc.org/ejifcc/vol13no1/1301200107.htm>
6. Sol F. Green. The cost of poor blood specimen quality and errors in preanalytical processes. *Clinical Biochemistry*. 2013;46(13-14):1175-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23769816>
7. Massimo Daves, Elmar M. Zagler, Roberto Cemin, Flora Gnech, Alexandra Joos, Stefan Platzgummer, Giuseppe Lippi. Sample stability for complete blood cell count using the Sysmex XN haematological analyser. *Blood Transfus* 2015;13:576-82
8. Sabrina Buoro, Tommaso Mecca, Michela Seghezzi, Barbara Manenti, Lorenzo Cerutti, Paola Dominoni, Gavino Napolitano, Stefano Resmini, Alberto Crippa, Cosimo Ottomano, Giuseppe Lippi. Assessment of blood sample stability for complete blood count using the Sysmex XN-9000 and Mindray BC-6800 analyzers. *Rev bras hematol hemoter*. 2016;38(3):225-39.
9. Gabriel Lima-Oliveira, Giuseppe Lippi, Gian Luca Salvagno, Martina Montagnana, Giovanni Poli, Giovanni Pietro Solero, Geraldo Picheth, and

- Gian Cesare Guidi. K₃EDTA Vacuum Tubes Validation for Routine Hematological Testing. 2012;ISRN Hematology 202(3):1-5
10. Erzsébet Pintéra, Kinga Lászlób, Ildikó Schüszlera, Judit Konderáka. The stability of quantitative blood count parameters using the ADVIA 2120i hematology analyzer. Practical Laboratory Medicine. 2016,4(1):16-21. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352551715300044>
 11. C. Fernández Espina, D. Mazziota. Gestión de la calidad en el laboratorio clínico. Editorial Médica Panamericana. 2005.
 12. Narayanan S. The preanalytic phase. An important component of laboratory medicine. Am J Clin Pathol. 2000;113:429-52.
 13. Ventura S, Chueca P, Rojo I, Castaño J. Errores relacionados con el laboratorio clínico. Química Clínica. 2007;26(1)23-8.
 14. Stankovic A, DiLauro E. Quality improvements in the preanalytical phase: Focus on urine specimen workflow. Clin Lab Med. 2008; 28(2):339-50.
 15. Plebani M. Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine? Clin Chem Lab Med. 2006; 44(6):750-759.
 16. Lima-Oliveira G, Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Picheth G, Guidi C. Impact of the phlebotomy training based on CLSI/NCCLS H03-A6 – procedures for the collection of diagnostic blood. Biochemia Medica. 2012; 22(3):342-51.
 17. International Organization for Standardization. ISO 9001:2015: Quality management systems - Requirements. Geneva Switzerland. 2015. Disponible en: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=62085
 18. International Organization for Standardization. ISO 15189:2012. Medical laboratories - Requirements for quality and competence. 2012. Disponible en: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=56115
 19. International Organization for Standardization. ISO/IEC 17025:2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. 2005. Disponible en:

- http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39883
20. World Health Organization. Good Clinical Laboratory Practice (GCLP). 2008. Disponible en: <http://www.who.int/tdr/publications/documents/gclp-web.pdf>
 21. Ministerio de Salud. Ley N° 26842: Ley General de Salud. 1997. Disponible en: ftp://ftp.minsa.gob.pe/intranet/leyes/L-26842_LGS.pdf
 22. Ministerio de Salud. Norma Técnica de Salud N° 021-MINSA/DGSP versión 1.0. 2011. Disponible en: ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2012/RM546_2011_MINSA.pdf
 23. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Norma Técnica Peruana ISO 15189:2004. Laboratorios Clínicos. Requisitos particulares para la calidad y la competencia.
 24. Ministerio de Salud. RM N° 588-2005- MINSA. Listados de Equipos Biomédicos Básicos para Establecimientos de Salud. 2005. Disponible en: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2005/RM588-2005Iparte.pdf>
 25. Ministerio de Salud. Norma Técnica Peruana N° 050-MINSA/DGSP- versión 02. 2007. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/000_normaacreditacion.pdf
 26. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud de las Personas. Dirección de Servicios de Salud. Norma técnica de salud de la unidad productora de servicios de patología clínica. NTS N° 072-MINSA/DGSP-versión 01. 2009. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1457.pdf>
 27. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N° 454-2009/MINSA. Relación de Procedimientos Administrativos a cargo de las Direcciones Regionales de Salud. 2009
 28. Gilor S, Gilor C. Common laboratory artifacts caused by inappropriate sample collection and transport: how to get the most out of a sample. *Top Companion Anim Med.* 2011 May;26(2):109-18.
 29. Goossens W, Van Duppen V, Verwilghen RL. K2- or K3-EDTA: the anticoagulant of choice in routine haematology? *Clin Lab Haematol.* 1991;13(3):291-5.
 30. NCCLS – Tubes and Additives for Blood Specimen Collection; Approved Standard-Fifth Edition, H1- A5 Vol. 23 No. 33, December 2003.

31. BD Evacuated Blood Collection System Package Insert 6/2016
32. Glendenning P, Musk A, Taranto M, Vasikaran S. Preanalytical factors in the measurement of intact parathyroid hormone with the DPC Immulite assay. *Clin Chem* 2002;48:566–7.
33. Briggs C, Longair I, Kumar P, Singh D, Machin SJ. Performance evaluation of the Sysmex haematology XN modular system. *J Clin Pathol*. 2012;65(11):1024–30.8.
34. Tanaka Y, Gondo K, Maruki Y, Kondo T, Asai S, Matsushita H, et al. Performance evaluation of platelet counting by novel fluorescent dye staining in the XN-series automated hematology analyzers. *J Clin Lab Anal*. 2014;28(5):341–8.23.

ANEXOS

ANEXO 01: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR FINAL	ESCALA	TECN. E INSTRUM.
Dependiente: Hemograma completo automatizado	Es el ensayo que incluye la medición cuantitativa de parámetros celulares y cocientes derivados de su recuento.	WBC white blood cell or leukocyte count	...células/uL		Analizador hematológico Cell Dyn 1700
		RBC red blood cell or erythrocyte count	...células/uL		
		HGB hemoglobin concentration	g/dL		
		PLT platelet or thrombocyte count	...células/uL		
		LYM lymphocyte absolute count	...células/uL		
		%LYM lymphocyte percent	...%		
		GRAN granulocyte absolute count	...células/uL		
		%GRAN granulocyte percent	...%		
		MID mid-range absolute count	...células/uL		
		%MID mid-range percent	...%		
		MCV mean red cell volume	...fL		
		HCT hematocrit	...%		
		MCH mean red cell hemoglobin	...pg		
		MCHC mean red cell hemoglobin concentration	...g/dL		
		RDW red cell distribution width	...%		
		MPV mean platelet volume	...fL		
PCT* plateletcrit	...%				

		PDW* platelet distribution width	...DS		
Independiente: Factores analíticos	pre- Son actividades que se realizan previamente al análisis de la muestra de sangre	Tipo de anticoagulante	EDTA K ₂ / EDTA K ₃	Nominal dicotómica	Ficha de recolección de datos
		Volumen de sangre colectado	1 mL / 2 mL / 4 mL	Ordinal Politémica	
		Tiempo de espera hasta su procesamiento	0.5 h / 1 h / 3 h / 6 h		
		Temperatura de almacenamiento	4°C / 20°C / 30°C		
		Grado de homogenización	5 veces / 10 veces / 20 veces		

ANEXO 02: MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: FACTORES PREANALÍTICOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD DE PARÁMETROS ESTUDIADOS EN EL HEMOGRAMA COMPLETO AUTOMATIZADO DENTRO DEL LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA DEL HOSPITAL SAN JOSÉ DE LA PROVINCIA DE CHINCHA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>General: ¿Cuáles son los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p> <p>Específico: ¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p> <p>¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p> <p>¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p>	<p>General: Evaluar los factores pre-analíticos que se asocian a la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Específico: Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p>	<p>General: Existe asociación entre los factores pre-analíticos y la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Específico: Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al tipo de anticoagulante usado dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al volumen de sangre colectado en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al tiempo de espera hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p>	<p>Hemograma completo automatizado</p> <p>Factores pre analíticos</p>	<p>Analizador hematológico Cell Dyn 1700</p> <p>Ficha de recolección de datos</p>

<p>¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p> <p>¿Cuál es la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha?</p>	<p>Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Calcular la variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado generada por el grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p>	<p>Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido a la temperatura de almacenamiento hasta el procesamiento dentro del laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p> <p>Existe variabilidad de resultados en parámetros del hemograma completo automatizado debido al grado de homogenización de la muestra previo a su procesamiento en el laboratorio de hematología del Hospital San José del Distrito de Chincha</p>		
---	---	---	--	--

GALERÍA DE FIGURAS



Figura 1. Analizador hematológico automatizado usado para la ejecución de los hemogramas.

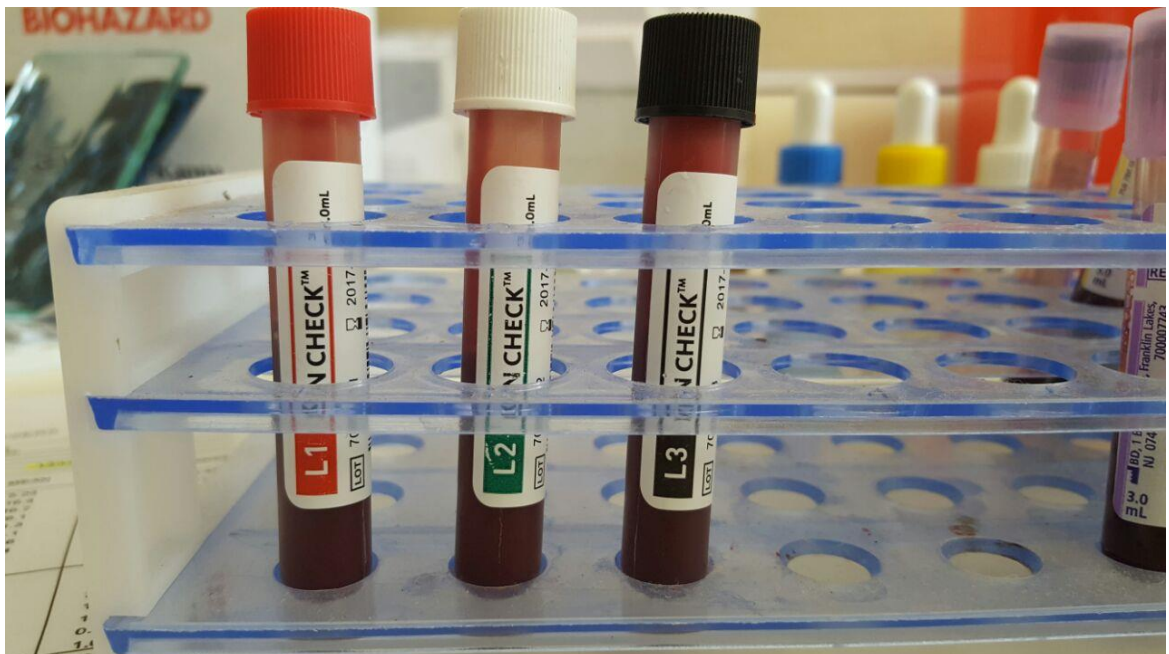


Figura 2. Analizador hematológico automatizado usado para la ejecución de los hemogramas.

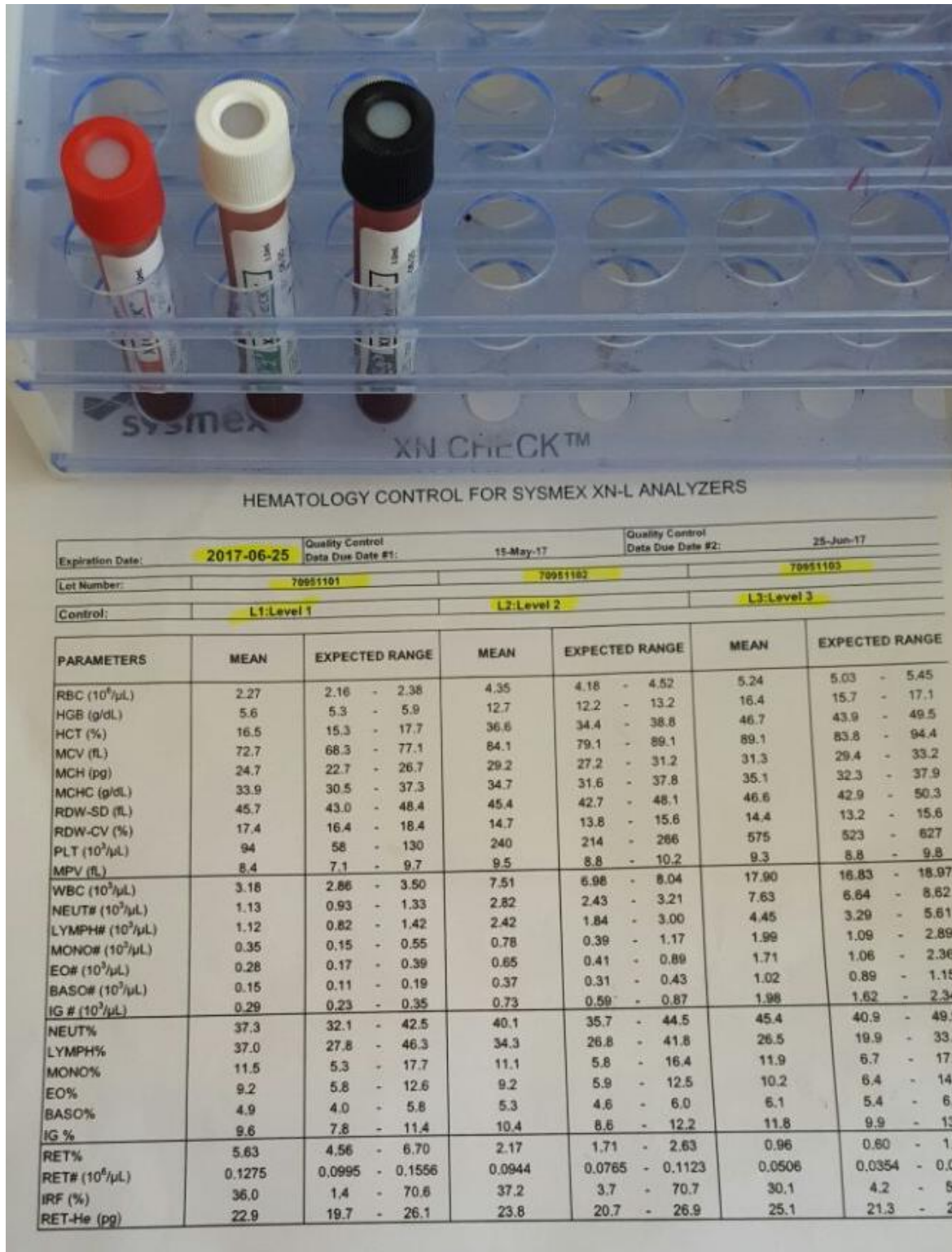


Figura 3. Valores de referencia para el uso de control de calidad interno durante la ejecución de los ensayos



Figura 4. Procesamiento de las muestras de sangre



Figura 5. Evaluación del anticoagulante (EDTA K₂ vs EDTA K₃)

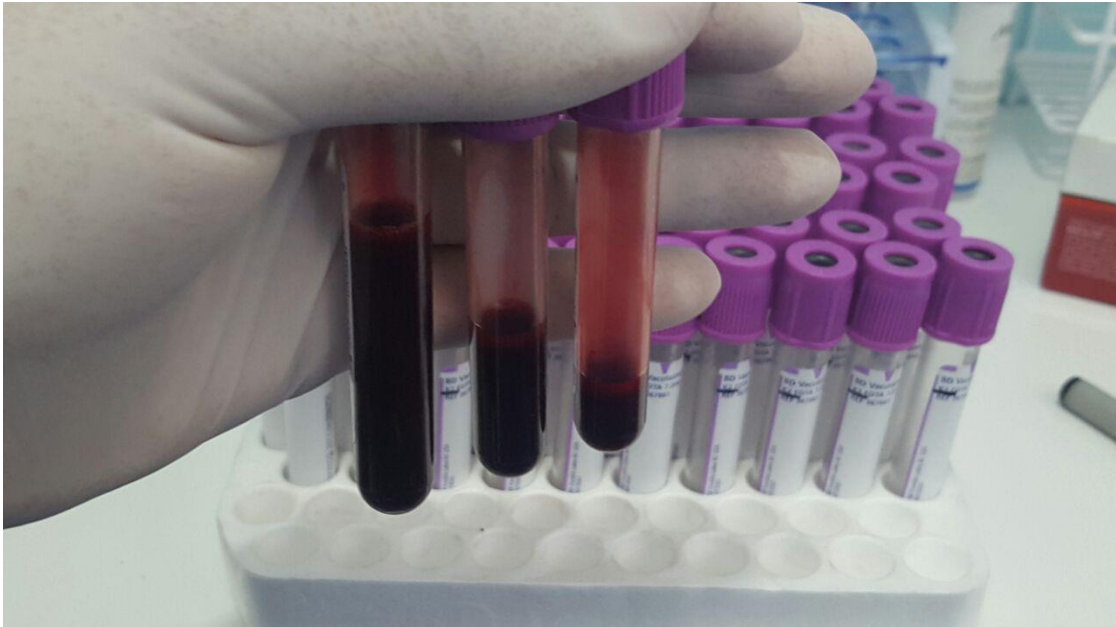


Figura 6. Evaluación del volumen de sangre colectado



Figura 7. Evaluación del tiempo de espera hasta el procesamiento de las muestras de sangre



Figura 8. Evaluación de la temperatura de almacenamiento

GLOSARIO

Analizador hematológico automatizado. Es un robot de un laboratorio clínico diseñado para medir diferentes parámetros celulares y bioquímicos en una muestra de sangre, con una asistencia humana mínima.

BPL. Siglas en castellano que indican Buenas Prácticas de Laboratorio y es un conjunto de directrices que deben cumplirse en cada actividad desarrollada dentro del laboratorio clínico.

CBC. Siglas que proviene de los términos en inglés “complete blood count”, las cuales representan el cálculo de los elementos formes de la sangre. Estos cálculos se determinan generalmente por analizadores hematológicos automatizados que identifican los diferentes componentes de la sangre en menos de un minuto.

CLIA. Siglas en inglés que indican Clinical Laboratory Improvement Amendments, el cual es una institución que señala los requerimientos que deben cumplir los laboratorios clínicos en Estados Unidos, y se utiliza como referencia en muchos laboratorios a nivel mundial.

EDTA. Es el ácido etilendiaminotetraacético, la cual es una sustancia utilizada como agente quelante que puede crear complejos con un metal que tenga una estructura de coordinación octaédrica. Es utilizada como agente anticoagulante de la sangre, quelando al calcio en sangre para evitar la activación de la cascada de coagulación.

Error. Es la desviación de un valor observado respecto a un patrón de referencia o valor real.

Fotometría. Es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación

electromagnética de estimular el sistema visual. Los analizadores hematológicos utilizan este principio de medición para determinar la concentración de hemoglobina en sangre.

Hemograma. Es un análisis que permite el recuento de células en sangre (leucocitos, hematíes y plaquetas), además de otros parámetros que coadyuvan al diagnóstico de enfermedades.

Impedancia eléctrica. Es una medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica una tensión. La impedancia extiende el concepto de resistencia a los circuitos de corriente alterna, y posee tanto magnitud como fase, a diferencia de la resistencia, que sólo tiene magnitud. Este principio de medición es aplicado para el recuento de células en sangre.

ISO. Siglas que proviene de los términos en inglés “International Organization for Standardization”, institución dedicada a la creación de estándares internacionales compuestos por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

Precisión. Es el grado de dispersión de un conjunto de datos con respecto a un valor central.

UPS. Unidad productora de servicios, es una denominación que se utiliza en la normativa de establecimientos de salud para definir a una unidad de apoyo al diagnóstico, tal como lo es el laboratorio clínico o UPS de patología clínica.

Variabilidad. Es una cualidad que permite valorar el grado de tendencia de un conjunto de variables.

Venipunción. Es la extracción de sangre de una vena, generalmente tomada por un profesional y/o técnico de la salud.