

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA
MENCIÓN DE LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA



TESIS

**“IMPACTO DE LA RELACIÓN SANGRE-ANTICOAGULANTE EN LOS
PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE ESTUDIANTES DE TECNOLOGÍA MÉDICA
DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2025”**

PRESENTADO POR:

Bach. Mishell Andrea Ancco Suaña ORCID: 0000-0002-8656-7600

Bach. Alexis Esteban Ticona Ramos ORCID: 0009-0009-8379-2835

ASESORA:

Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas

ORCID: 0000-0002-6555-2944

Para optar por el título profesional de:

**LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA CON MENCIÓN EN LABORATORIO
CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA**

Tacna, 2026

DEDICATORIA

A mi padre, Wilfredo, por su apoyo constante, su preocupación sincera y por nunca dejar de insistir en que siguiera adelante. Gracias por estar presente en cada etapa, por cuidarme incluso en silencio y por ser un pilar fundamental en mi camino.

A mi madre, Alicia, que, aunque ya no esté físicamente a mi lado, sigue siendo mi guía y mi fuerza. Tu amor, tus consejos y tu ejemplo viven en mí y me acompañan en cada paso que doy. Gracias por todo lo que fuiste y sigues siendo para mí.

A mis hermanos, Christian, Eduardo y Oswaldo, por su apoyo y compañía. Gracias por estar presentes, brindarme motivación y recordarme que nunca camino solo.

A las pocas personas que considero mis verdaderos amigos, gracias por su apoyo sincero, compañía y palabras de aliento en los momentos necesarios. Su presencia, aunque discreta, fue valiosa y significativa en este camino.

Alexis Esteban Ticona Ramos

A mis padres, Raul y Lucila, por ser mi ejemplo constante de esfuerzo y perseverancia. Gracias por acompañarme en cada etapa de mi formación, por su paciencia en los momentos de estrés, por creer en mí y fortalecer mi confianza en todo lo que soy capaz de alcanzar. Este logro no solo me pertenece, sino que es el resultado del amor, los valores y el apoyo que siempre me brindaron.

A mi hermano, Bruno, porque, aunque no siempre lo demostramos, el cariño y el apoyo están presentes. Gracias por estar, por acompañarme a tu manera y por formar parte importante de este logro y de cada paso que me ha traído hasta aquí.

A quienes me alentaron a no rendirme y a culminar esta etapa. Su apoyo fue esencial para lograrlo.

Mishell Andrea Ancco Suaña

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarnos fortaleza, sabiduría y constancia para culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante a lo largo de todo el proceso de elaboración de esta tesis.

A la Universidad Privada de Tacna, por la formación académica y las herramientas necesarias que contribuyeron a nuestro desarrollo profesional y a la realización de esta investigación.

A nuestra asesora, por su guía, dedicación y valiosos aportes académicos que permitieron el adecuado desarrollo y culminación del presente trabajo.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente en el proceso de investigación y nos brindaron su apoyo durante este camino.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Alexis Esteban Ticona Ramos, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72905104, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor(a) de la tesis titulada:

“IMPACTO DE LA RELACIÓN SANGRE-ANTICOAGULANTE EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE ESTUDIANTES DE TECNOLOGÍA MÉDICA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2025”.

Asesorada por el Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas, la cual presento para optar el Título Profesional de Licenciada en Tecnología Médica con mención en: Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a la Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionarse por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrase causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente, asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 72905104

Fecha: 09/02/2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mishell Andrea Ancco Suaña, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71058309, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“IMPACTO DE LA RELACIÓN SANGRE -ANTICOAGULANTE EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE ESTUDIANTES DE TECNOLOGÍA MÉDICA- DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2025”

Asesorada por Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas, la cual presente para optar el: Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica con mención en: Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.

2. La tesis no se ha plagiado ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

4. La tesis no se ha publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no se han falsificado, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación se haya publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 71058309

Fecha: 09/02/2026

RESUMEN

Objetivo: Determinar el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

Material y Método: Estudio cuasi-experimental, prospectivo, transversal y analítico. Se obtuvieron 4 muestras sanguíneas de 155 participantes con volúmenes de 4, 3, 2 y 1 mL.

Resultados: Los resultados demostraron que las variaciones en la relación sangre-anticoagulante (EDTA) influyen significativamente en los parámetros hematológicos, evidenciando la importancia de la fase preanalítica. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en parámetros de la serie roja y alteraciones morfológicas eritrocitarias principalmente cuando los tubos no fueron llenados adecuadamente o se utilizó un volumen mayor al recomendado. En la serie blanca, el recuento leucocitario total y los monocitos mostraron mayor sensibilidad frente a variaciones marcadas, mientras que otros subtipos permanecieron estables. La serie plaquetaria fue la más afectada, con cambios significativos en el recuento, índices plaquetarios y morfología, especialmente en volúmenes extremos. En conjunto, los hallazgos confirman que mantener una relación sangre-EDTA adecuada es fundamental para obtener resultados hematológicos confiables.

Conclusiones: Se concluye que la relación sangre-anticoagulante tiene un impacto significativo sobre los parámetros hematológicos en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna.

Palabras clave: Hematología, Hemograma automatizado, EDTA K2, Fase Preanalítica.

ABSTRACT

Objective: To determine the impact of the blood-anticoagulant ratio on hematological parameters in Medical Technology students at the Private University of Tacna, 2025.

Materials and Methods: A quasi-experimental, prospective, cross-sectional, and analytical study was conducted. Four blood samples were obtained from 155 participants with volumes of 4, 3, 2, and 1 mL.

Results: The results demonstrated that variations in the blood-anticoagulant (EDTA) ratio significantly influence hematological parameters, highlighting the importance of the pre-analytical phase. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were observed in red blood cell parameters and erythrocyte morphological alterations, primarily when the tubes were not filled properly or when a volume greater than recommended was used. In the white blood cell series, the total leukocyte count and monocytes showed greater sensitivity to marked variations, while other subtypes remained stable. The platelet series was the most affected, with significant changes in count, platelet indices, and morphology, especially at extreme volumes. Overall, the findings confirm that maintaining an appropriate blood-to-EDTA ratio is essential for obtaining reliable hematological results.

Conclusions: It is concluded that the blood-to-anticoagulant ratio has a significant impact on hematological parameters in Medical Technology students at the Private University of Tacna.

Keywords: Haematology, Automated blood count, EDTA K2, Pre-analytical phase.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación	17
1.5. Definición de términos.....	18
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Marco Teórico	26
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.1. Hipótesis	44
3.2. Operacionalización de variables	45
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
4.1. Diseño de la investigación	50
4.1.1. Diseño.....	50
4.1.2. Nivel de investigación	50
4.1.3. Tipo de investigación	50
4.2. Ámbito de estudio.....	51
4.3. Población y muestra.....	51
4.3.1. Población.....	51
4.3.2. Muestra.....	52
4.3.3. Muestreo.....	53
4.3.4. Criterios de inclusión.....	53
4.3.5. Criterios de exclusión.....	53
4.4. Técnica y ficha de recolección de datos	54
4.4.1. Técnica	54

4.4.2. Instrumento.....	54
CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS	55
5.1. Procedimientos de recojo de datos.....	55
5.2. Consideraciones éticas.....	56
RESULTADOS.....	58
DISCUSIÓN.....	109
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	115
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los estudiantes según rango de edad, UPT – 2025.....	58
Tabla 2. Distribución de los estudiantes según sexo, UPT – 2025.....	19
Tabla 3. Prueba de Friedman para los valores de RBC según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.....	60
Tabla 4. Comparaciones por pares de los valores de RBC según variación sangre/anticoagulante (método post hoc con corrección Bonferroni), UPT – 2025.	61
Tabla 5. Prueba de Friedman para los valores de hemoglobina (Hb) según variación sangre/anticoagulante.	63
Tabla 6. Comparaciones por pares de los valores de hemoglobina (Hb) según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni).	64
Tabla 7. Prueba de Friedman para los valores de hematocrito (Hto) según variación sangre/anticoagulante.	66
Tabla 8. Comparaciones por pares de los valores de Hto según variación sangre/anticoagulante (método post hoc con corrección Bonferroni).	67
Tabla 9. Prueba de Friedman para los valores de VCM según variación sangre/anticoagulante.	69
Tabla 10. Prueba de Friedman para los valores de HCM según variación sangre/anticoagulante.	71
Tabla 11. Prueba de Friedman para los valores de CHCM según variación sangre/anticoagulante.	73
Tabla 12. Prueba de Friedman para los valores de RDW-CV según variación sangre/anticoagulante.	75
Tabla 13. Distribución porcentual de las alteraciones morfológicas de la serie roja según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica. UPT – 2025.	77

Tabla 14. Prueba de Friedman para los valores de WBC según variación sangre/anticoagulante.	79
Tabla 15. Comparaciones por pares de los valores de WBC según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni).	80
Tabla 16. Prueba de Friedman para los valores de neutrófilos según variación sangre/anticoagulante.	82
Tabla 17. Prueba de Friedman para los valores de linfocitos según variación sangre/anticoagulante.	84
Tabla 18. Prueba de Friedman para los valores de monocitos según variación sangre/anticoagulante.	86
Tabla 19. Comparaciones por pares de los valores de monocitos según variación sangre/anticoagulante.	87
Tabla 20. Prueba de Friedman para los valores de eosinófilos según variación sangre/anticoagulante.	89
Tabla 21. Comparaciones por pares de los valores de eosinófilos según variación sangre/anticoagulante.	90
Tabla 22. Distribución porcentual de las alteraciones cualitativas de la serie blanca observadas en láminas según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica. UPT – 2025.	92
Tabla 23. Prueba de Friedman para los valores de plaquetas según variación sangre/anticoagulante.	94
Tabla 24. Comparaciones por pares de los valores de plaquetas según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni).	95
Tabla 25. Prueba de Friedman para los valores del volumen plaquetario medio según variación sangre/anticoagulante.	97
Tabla 26. Comparaciones por pares de los valores del volumen plaquetario medio según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni).	98

Tabla 27. Prueba de Friedman para los valores de plaquetocrito según variación sangre/anticoagulante	100
Tabla 28. Comparaciones por pares de los valores de plaquetocrito según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni)	101
Tabla 29. Distribución porcentual de las alteraciones cualitativas de la serie plaquetaria observadas en láminas según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica. UPT – 2025.....	103
Tabla 30. Análisis descriptivo comparativo integrador del impacto de la variación sangre/anticoagulante en las alteraciones morfológicas observadas en las series roja, blanca y plaquetaria	105
Tabla 31. Análisis descriptivo comparativo de las alteraciones morfológicas observadas en las series roja, blanca y plaquetaria según la variación de la relación sangre/anticoagulante	107

INTRODUCCIÓN

El hemograma es el análisis hematológico más utilizado en la actualidad, y la proporción sangre-anticoagulante es uno de los aspectos más discutidos en la fase preanalítica del área de hematología en el laboratorio clínico (1). Esta relación influye directamente en la calidad de los resultados obtenidos, siendo un factor crucial para asegurar la precisión de los parámetros hematológicos, tanto cuantitativos como cualitativos. En contextos clínicos, como la evaluación de enfermedades hematológicas o el seguimiento de tratamientos, una proporción inadecuada podría conducir a errores diagnósticos o a la toma de decisiones incorrectas (2).

A pesar de las normativas establecidas por organismos internacionales, se han reportado discrepancias en la implementación de estas teorías en diversos contextos reales (3). Muchas veces, las condiciones sujetas a los pacientes son una complicación para los encargados del proceso de flebotomía, los pacientes neonatos, pediátricos, edematizados, psiquiátricos, quemados o, simplemente, con difícil acceso venoso, suelen ocasionar problemas al momento de la extracción provocando el llenado incompleto o excesivo de la muestra sanguínea (4).

Por tal motivo, en el presente estudio de investigación busca determinar el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna y está conformado por cinco capítulos, el primer capítulo se describe el problema de investigación sobre el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos, además de los objetivos y justificación de la investigación. En el segundo capítulo, están los antecedentes basados en múltiples investigaciones, junto con un marco teórico que permite conceptualizar las variables analizadas en nuestro estudio. En el tercer capítulo se menciona nuestra hipótesis y la operacionalización de las variables. En el cuarto capítulo, se describe la metodología utilizada. En el quinto capítulo, se explica de manera detallada el procedimiento de análisis de datos, las consideraciones éticas, los resultados, la discusión, las conclusiones y las recomendaciones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Fundamento del problema

El propósito de cualquier procedimiento diagnóstico en salud, es proporcionar resultados con un alto grado de precisión y fiabilidad, permitiendo al médico llegar a conclusiones acertadas y tomar las decisiones más adecuadas (5). Una de las principales muestras analizadas, es la sangre, que es examinada para encontrar respuestas a interrogantes aún no resueltas, su análisis cuantitativo y cualitativo es fundamental para detectar alteraciones generales o características específicas en diversas patologías (6).

En el Perú, el Instituto Nacional de Salud (INS), según el Manual de Procedimientos de Laboratorio en Técnicas Básicas de Hematología, nos recomienda el uso del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) como anticoagulante de elección para analizar parámetros hematológicos tales como el recuento de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, constantes corpusculares, recuento de leucocitos, recuento diferencial, recuento de plaquetas, entre otros (1).

La elección del tipo de sal de EDTA, es crucial para la obtención de resultados confiables, en la investigación realizada por Goedelmann et al. nos menciona que pueden producirse variaciones considerables en los parámetros de la serie roja, como la hemoglobina, hematocrito y las constantes corpusculares que pueden comprometer el diagnóstico y seguimiento de pacientes patológicos, de tal manera que nos recomiendan la estandarización (7). Es por ello que los investigadores Riba et al. realizaron una comparación entre la sal de EDTA dipotásica (EDTA K₂) y EDTA tripotásica (EDTA K₃), donde concluyen que la sal de EDTA K₃, al ser comúnmente utilizada en estado líquido, diluye la muestra de sangre interfiriendo con el análisis y los resultados, por lo que se recomienda el uso de la sal de EDTA K₂ como anticoagulante de elección para el estudio de la sangre, ya que mantiene la integridad y morfología de sus elementos formes, proporcionando resultados honestos para el diagnóstico (1).

La teoría nos recalca que la relación sangre-anticoagulante es una condición pre-analítica que debe respetarse; con la premisa expuesta, diversas organizaciones como International Council for Standardization in Haematology (ICSH), Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI) y el Instituto Nacional de Salud (INS), concluyen que la cantidad de EDTA debe ser de 1.5 - 2.2 mg/mL de sangre, lo que nos garantiza una muestra sanguínea de calidad, caso contrario pueden evidenciarse alteraciones en los valores cuantitativos y cualitativos de los parámetros hematológicos (1,8,9).

En el campo laboral, existen factores que van a comprometer la calidad de la muestra sanguínea extraída, muchas veces no van a ser producto de una mala praxis en el proceso de flebotomía, sino condiciones sujetas a los pacientes, lo que puede causar el llenado incompleto o excesivo de los tubos de análisis de laboratorio, lo que teóricamente afectará a los resultados hematológicos por no cumplir con la relación sangre-anticoagulante (3). En el estudio realizado por Lippi et al., concluye que los tubos de EDTA K₂ <67% del volumen deben ser rechazados, ya que la información dada en los resultados, puede interferir con la toma de decisiones clínicas (10).

Sin embargo, no existen trabajos de investigación que demuestren de manera objetiva y detallada, las alteraciones que existen según la variación de la relación sangre-anticoagulante; por tal motivo, el objetivo de la presente investigación es determinar el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?

1.2.2. Problemas Específicos

- PE 1. ¿Cuáles son las características sociodemográficas de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?
- PE 2. ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie roja en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?
- PE 3. ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie blanca en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?
- PE 4. ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie plaquetaria en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?

1.3. Objetivo de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- OE 1. Determinar las características sociodemográficas de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.
- OE 2. Evaluar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie roja en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.
- OE 3. Analizar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie blanca en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

OE 4. Determinar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie plaquetaria en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

1.4. Justificación

El análisis hematológico más utilizado hasta la actualidad es el hemograma y el anticoagulante respectivo es el EDTA K₂, este examen aporta información significativa acerca del estado de salud del paciente permitiendo el diagnóstico, seguimiento y tratamiento mediante el estudio cuantitativo y cualitativo de las células sanguíneas (2). Estos estudios se rigen por estándares propuestos por entidades superiores nacionales e internacionales como son el INS y el CLSI, reglas que deben ser cumplidas para evitar los criterios de rechazo, siendo uno de estos, el incorrecto llenado del tubo (11).

Por otro lado, la teoría es muy inespecífica al momento de mencionar los cambios que pueden ocurrir al no respetar la relación establecida de 1.5 - 2.2 mg de anticoagulante por mL de sangre, por ello, es importante evidenciar, clasificar y registrar las variaciones reales que pueden ocurrir en situaciones de llenado incompleto o excesivo de la muestra sanguínea y tener en cuenta si son alteraciones significativas o de importancia clínica.

Actualmente, la bibliografía nacional y local, evalúan de manera irregular los cambios que puede ocasionar el no respetar la relación sangre/anticoagulante sobre los parámetros del hemograma, es por ello que la necesidad de recolección de datos es fundamental para la formulación de tablas y gráficos estadísticos que aporten información precisa sobre las variaciones de la biometría hemática.

Por lo expuesto, el presente estudio pretende incentivar a la población relacionada al sistema de salud, sobre la exploración de teorías que desafíen y rompan los esquemas establecidos por los protocolos estandarizados.

1.5. Definición de Términos

- **Anticoagulante:** Sustancia que inhiben la coagulación sanguínea, de modo que los valores de la muestra no se modifiquen significativamente y sean los correctos para el análisis (12).
- **EDTA:** Anticoagulante que sirve para diversos procedimientos de análisis, principalmente para estudios hematológicos (13), debido a que conserva la morfología de las células sanguíneas (14).
- **Relación sangre - anticoagulante:** Proporción esperada entre la cantidad de sangre y el volumen del anticoagulante, necesaria para los análisis de laboratorio (15).
- **Parámetros hematológicos:** Mediciones obtenidas de la sangre, como el conteo de glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, hemoglobina y hematocrito (16).
- **Hemograma:** Análisis de laboratorio que comprende el estudio en valores absolutos y porcentuales de tres poblaciones celulares: leucocitos, eritrocitos y plaquetas (17).
- **Analizador hematológico automatizado:** Equipo que utilizan principios como la impedancia eléctrica, conductividad de radiofrecuencia, dispersión de luz, dispersión fluorescente y citoquímica, entre otras, para el análisis cuantitativo de las células sanguíneas (18).

CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Jaramillo P. et al. Realizaron un estudio titulado “*Comparación de parámetros hematológicos y morfología celular en muestras de sangre con EDTA K₂ y EDTA K₃*”. 2020, Colombia. El objetivo de la investigación fue comparar los parámetros hematológicos de la serie roja, serie blanca, serie plaquetaria y la morfología celular del extendido de sangre periférica en muestras con EDTA K₂ y EDTA K₃. La investigación fue tipo cuasiexperimental, multivariado, multifactorial, que tuvo como unidad de análisis sangre anticoagulada con EDTA K₂ y EDTA K₃. La población fue constituida por 53 adultos aparentemente sanos, 28 mujeres y 25 hombres. Se recolectaron un total de 106 muestras de sangre en total; dos tubos por persona, uno con EDTA K₂ y otro con EDTA K₃. El autoanalizador utilizado para la investigación fue el ADVIA 2120i Hematology System. Además, se realizaron 3 extendidos por muestra de sangre extraída y se realizó una lectura de lámina periférica teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el ICSH (del inglés, International Committee of Standardization in Haematology) y de la guía del CLSI H20A2 (del inglés, Clinical and Laboratory Standards Institute). Para el estudio estadístico se utilizó el análisis de varianza ANOVA multifactorial, la prueba de chi cuadrado de Pearson y el índice Kappa. Entre los resultados más relevantes se obtuvo que la media del número de leucocitos con el EDTA K₂ fue de 6 860 por microlitro de sangre (SD = 2,12) mientras que el EDTA K₃ la media fue de 6 940 por microlitro de sangre (SD = 2,15); la hemoglobina con el EDTA K₂ la media fue de 13,43 g/dL (SD = 1,94) y con el EDTA K₃ la media fue de 13,39 g/dL (SD = 1,93); la media del volumen corpuscular medio (VCM) con el EDTA K₂ fue de 86,10 fL (SD = 5,05) mientras que con el EDTA K₃ fue de 84,68 (SD = 5,28) y, por último, la media de las plaquetas con el EDTA K₂ fue de 272 000 por microlitro de sangre (SD = 99,01) mientras que con el EDTA K₃ la media fue de 274 000 por microlitro de sangre (SD = 99,12). Estos resultados nos evidencian que las medias, desviación estándar, valor mínimo y máximo en los diferentes parámetros tienen un comportamiento similar entre los dos anticoagulantes

que se estudiaron, además, el valor de significancia o valor p fue mayor a 0,5 en todas las variables. En el caso de los hallazgos morfológicos, microcitosis ($p = 0,02$), vacuolización de leucocitos ($p = 0,05$) e hipergranularidad de leucocitos ($p = 0,02$), además, se observó una discordancia no mayor al 5% con los resultados obtenidos con EDTA K₂ y EDTA K₃. El trabajo concluye que el uso del EDTA K₂ o EDTA K₃ como anticoagulante de elección, procesando las muestras en un tiempo adecuado después de su recolección, no afecta los principales parámetros cuantitativos evaluados en el estudio al analizarse en un equipo automatizado; además, no se observaron cambios en la morfología eritrocitaria, leucocitaria ni plaquetaria de importancia clínica significativa entre los diferentes tiempos después de la toma de muestra (19).

Dayalan S. et al. en su estudio titulado: “Llenado insuficiente en tubos de EDTA K₂ Vacutainer en índices hematológicos automatizados de células sanguíneas ¿Rechazar o Considerar?”. 2020, India. El objetivo fue estudiar los efectos que causa el llenado incompleto de tubos de EDTA K₂ Vacutainer sobre los índices hematológicos automatizados y compararlos con el estándar. Fue un estudio observacional y comparativo, su población fue de 100 personas de 18 a 65 años a las cuales se les extrajo 2 volúmenes diferentes de sangre (3mL y 1mL), las muestras se analizaron en el analizador automatizado BECKMAN COULTER LH 780. Para el estudio estadístico se utilizó la prueba de T de Student pareada para analizar los resultados, donde el valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. En los resultados, se mostró una media entre su valor límite superior e inferior, los parámetros con mayor variación fueron el VCM (85.48 en 1mL y 82.73 en 3mL) con un valor $p = 0.96$ y el recuento de plaquetas (278.29 en 1mL y 288.99 en 3mL) con un valor $p = 0.53$. Mientras que en los demás parámetros no hubo una diferencia notable, recuento de glóbulos rojos (4.55 en 1mL y 4.53 en 3mL) con un valor $p = 0.98$, hemoglobina (12.24 en 1mL y 12.28 en 3mL) con un valor $p = 0.90$, hemoglobina corpuscular media (HCM) (26.13 en 1mL y 26.88 en 3mL) con un valor $p = 0.96$, concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) (32.09 en 1mL y 32.22 en 3mL) con un valor $p = 0.56$, amplitud de distribución eritrocitaria (RDW) (15.45 en 1mL y 15.41 en 3mL) con un valor $p = 0.92$, volumen plaquetario medio (VPM) (8.83 en 1mL y 8.69 en 3mL) con un valor $p = 0.52$, recuento de leucocitos (8.40 en 1mL y 8.52 en 3mL) con un

valor $p = 0.76$, neutrófilos (61.32 en 1mL y 61.27 en 3mL) con un valor $p = 0.97$, linfocitos (27.41 en 1mL y 24.51 en 3mL) con un valor $p = 0.93$, monocitos (7.30 en 1mL y 7.41 en 3mL) con un valor $p = 0.77$, eosinófilos (3.35 en 1mL y 3.41 en 3mL) con un valor $p = 0.91$ y basófilos (0.57 en 1mL y 0.50 en 3mL) con un valor $p = 0.28$. El estudio concluyó que no hubo una variación significativa estadísticamente en los parámetros hematológicos respecto al insuficiente llenado de tubo con un volumen de sangre tan bajo (1 mL) que es el 67% menos que el volumen recomendado, por lo que los resultados pueden ser aceptados para el diagnóstico clínico (20).

Lippi G. et al. realizaron una investigación titulada: “Llenado incompleto de tubos de sangre evacuados con K₂ EDTA: Impacto en la medición de parámetros hematológicos de rutina en Sysmex XN-10”. 2023, Italia. El estudio tiene como objetivo evidenciar los efectos del llenado incompleto de los tubos evacuados con EDTA K₂ sobre exámenes hematológicos de rutina. La investigación fue de tipo experimental. La población del estudio estuvo constituida por 17 voluntarios aparentemente sanos de 27 a 61 años de edad, la sangre se extrajo mediante una jeringa de 10 mL, inmediatamente después fue distribuida al 7%, 17%, 33%, 67% y 100% en tubos de 3 mL con 5.4 mg de EDTA K₂, para luego ser analizados en el equipo Sysmex XN-10. Se utilizó la prueba de rangos por signos de Wilcoxon pareada para el análisis estadístico. Los resultados mostraron un aumento en el recuento de hematíes principalmente en los tubos al 17% y 7% llenos (al 100% llenos 4.83 ± 0.47 , con 67% 4.82 ± 0.48 , 33% 4.84 ± 0.50 , 17% 4.92 ± 0.52 y 7% 4.94 ± 0.49), de igual manera con el hematocrito en los tubos menores a 33% de llenado (43 ± 4 en 100%, 43 ± 4 en 67%, 44 ± 4 en 33%, 46 ± 4 en 17%, 47 ± 4 en 7%), por otro lado, las plaquetas de los tubos con 33%, 17% y 7% se redujeron (274 ± 61 en 100%, 276 ± 60 en 67%, 269 ± 60 en 33%, 263 ± 59 en 17% y 258 ± 57 en 7%), las constantes corpusculares como el VCM y la HCM aumentaron (VCM: 90.1 ± 0.8 en 100%, 90.4 ± 3.8 en 67%, 91.3 ± 3.8 en 33%, 93.4 ± 3.8 en 17% y 95.4 ± 4.0 en 7%; HCM: 29.3 ± 1.6 en 100%, 29.4 ± 1.7 en 67%, 29.4 ± 1.6 en 33%, 29.6 ± 1.7 en 17% y 29.6 ± 1.6 en 7%) y la CHCM disminuyó (32.5 ± 0.8 en 100%, 32.5 ± 0.9 en 67%, 32.1 ± 0.8 en 33%, 31.7 ± 1.1 en 17% y 31.0 ± 0.9 en 7%). El estudio concluyó que se deben rechazar los tubos de EDTA K₂ que

contengan un volumen de sangre menor al 67% del volumen de llenado nominal, ya que los datos de laboratorio pueden interferir en la toma de decisiones clínicas (10).

Ramdhani R. et al. En su investigación titulada: “Variación del volumen de muestras de sangre en tubos vacutainer con EDTA para análisis de sangre completo”. 2019, Indonesia. Tuvieron como objetivo determinar la diferencia en los resultados de análisis de sangre en relación con la variación del volumen de sangre en los tubos vacutainer con EDTA. La investigación fue de tipo experimental con un diseño transversal. El tamaño de la muestra en este estudio fue de 9 estudiantes, a los cuales se les extrajo 3 volúmenes diferentes de sangre (1mL, 2mL, 3mL) para luego ser analizados en el equipo hematológico automatizado Mindray. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba estadística de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de normalidad donde el valor significativo es $<0,05$. También se utilizó la prueba de Kruskal Wallis en la cual se determinó que no hay diferencia. Los resultados mostraron una media de los Hematíes de 5.77 en 1mL, 5.78 en 2mL y 5.83 en 3mL; leucocitos de 7.24 en 1mL, 7.47 en 2mL y 7.44 en 3mL; plaquetas de 289 en 1mL, 290 en 2mL y 301 en 3mL; hemoglobina de 15.9 en 1mL, 15.9 en 2mL y 15.9 en 3mL; hematocrito de 43.3 en 1mL, 43.1 en 2mL y 42.9 en 3mL; VCM de 77.3 en 1mL, 77.4 en 2mL y 77.4 en 3mL; HCM de 29.4 en 1mL, 29.5 en 2mL y 29.6 en 3mL; CHCM de 35.0 en 1mL, 35.2 en 2mL y 35.1 en 3mL. El estudio llegó a la conclusión que no existe alguna diferencia en los resultados de los parámetros hematológicos en relación a la variación en el volumen de sangre recolectado (21).

Chukwurah E. et al. En su investigación titulada: “Evaluación de algunos parámetros hematológicos utilizando concentraciones variables de EDTA”. 2019, Nigeria. Tuvieron como objetivo evaluar como distintas concentraciones de EDTA pueden influir sobre los parámetros hematológicos y la morfología celular. Fue una investigación de tipo experimental. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de T de Student. Fueron 11 personas a las cuales se les extrajo muestra sanguínea mediante una jeringa (10mL de sangre), para luego distribuir 2mL de la muestra en cada tubo con concentraciones de EDTA del 6%, 8%, 10%, 12% y 14%. El análisis de las muestras fue de forma manual, donde solo se observaron únicamente el recuento de

leucocitos, plaquetas y el hematocrito. Los resultados que obtuvieron del hematocrito fueron al 6% 36 ± 1.4 , al 8% 43 ± 1.4 , al 10% 44 ± 1.4 , al 10% 40 ± 1.4 , al 12% 40 ± 1.4 y al 14% 37 ± 1.4 ; mientras que en el recuento de leucocitos se obtuvo al 6% 5.2 ± 1.6 , al 8% 5.2 ± 1.6 , al 10% 5.6 ± 1.6 , al 12% 6.1 ± 1.6 y al 14% 7.1 ± 1.6 ; y en las plaquetas al 6% 219 ± 34 , al 8% 222 ± 34 , al 10% 224 ± 34 , al 12% 234 ± 34 y al 14% 247 ± 34 . El estudio llegó a la conclusión que las concentraciones de EDTA inferiores al 10% no tuvieron efectos significativos sobre estos parámetros (15).

Marsudi L. et al. Realizó un estudio titulado: “El efecto de la variación del volumen sanguíneo de EDTA K₃ en los resultados del hemograma”. 2024, Indonesia. El objetivo del estudio fue determinar qué efectos puede producir la variación de volúmenes de sangre con EDTA K₃ en los resultados del hemograma completo. La investigación fue de tipo experimental con un diseño transversal. La población estuvo compuesta por 10 participantes a los cuales se les extrajo tres tubos de sangre con diferentes volúmenes (1mL, 2mL y 3mL), para luego ser analizados por el analizador hematológico Mindray BC 2800. Para el análisis estadístico el estudio utilizó el programa SPSS, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, ANOVA unidireccional y Friedman. Los resultados obtenidos fueron del recuento de leucocitos donde se observó en el tubo de 3mL $9,19 \pm 2,82$, 2mL $9,03 \pm 2,62$ y 1mL $8,86 \pm 2,69$; recuento de hematíes $5,06 \pm 0,49$ de 3mL, $5,02 \pm 0,47$ de 2mL y $5,09 \pm 0,50$ de 1mL; hematocrito $40,75 \pm 5,64$ de 3mL, $40,33 \pm 5,40$ de 2mL y $40,94 \pm 5,29$ de 1mL; VCM $80,59 \pm 8,13$ de 3mL, $80,38 \pm 8,00$ de 2mL y $80,61 \pm 7,74$ de 1mL; HCM $27,95 \pm 3,03$ de 3mL, $28,04 \pm 2,98$ de 2mL y $28,02 \pm 3,10$ de 1mL; CHCM $34,69 \pm 0,68$ de 3mL, $34,93 \pm 0,60$ de 2mL y $34,77 \pm 0,74$ de 1mL; y plaquetas $353,40 \pm 64,08$ de 3mL, $345,90 \pm 65,27$ de 2mL y $336,70 \pm 70,26$ 1mL. El estudio llegó a la conclusión que existió una variación en el parámetro de las plaquetas, pero en los demás parámetros en no existe una diferencia significativa entre los tres diferentes volúmenes. Recomienda que para el examen de plaquetas se respete la relación sangre anticoagulante EDTA K₃ (22).

Mosleh A. et al. Realizaron un estudio titulado: “Evolución de los parámetros del hemograma (CBC) en una concentración constante de EDTA K₂ con

diferentes volúmenes de sangre: un estudio aleatorio. 2018, Irán. El objetivo de la investigación fue determinar el volumen mínimo de sangre que no tiene un efecto significativo sobre los índices del hemograma completo. Los datos se expresaron como media \pm DE. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) y prueba post hoc de Tukey utilizando el programa STAT5 ($p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo). La población fue constituida por 70 donantes sanos con un rango de edad entre 20 – 45 años, las muestras fueron extraídas y distribuidas en volúmenes de 0,5, 1 y 2 ml en los diferentes tubos con EDTA K₂ haciendo un total 210 muestras. Estas muestras fueron analizadas por el analizador hematológico automatizado KX21N Sysmex. Los resultados de cada parámetro son comparados por volumen, en el caso de la hemoglobina, en el volumen de 0,5 mL la media fue de 13,21 (SD=0,15), al 1mL 13,1 (SD=0,14) y a los 2 mL 13,04 (SD=0,14), donde se obtuvo, en conjunto, un valor de $p = 0,61$. En conteo de glóbulos rojos, al 0,5 mL (4,72 \pm 0,43), 1 mL (4,71 \pm 0,44), 2 mL (4,70 \pm 0,44) y promedio del valor $p = 0,98$. En el conteo de glóbulos blancos, al 0,5 mL (7,21 \pm 0,21), 1 mL (7,34 \pm 0,21), 2 mL (7,34 \pm 0,22) con un valor $p = 0,90$. Las plaquetas, a, 0,5 mL (246 \pm 6,87), 1 mL (242 \pm 6,87), 2 mL (242 \pm 6,87) con un valor $p = 0,85$. El trabajo concluyó que el aumento de la relación entre el volumen de EDTA K₂ y la muestra de sangre puede provocar un aumento falso de HCT y MCV (23).

Syuhada et al. Realizaron un trabajo de investigación titulado: “Comparación de los Niveles de Hemoglobina en Muestras de Sangre de 3 mL, 2 mL y 1 mL con Anticoagulante EDTA K₂ en el UTD RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung”. 2021, Indonesia. El objetivo de la investigación fue determinar si existen diferencias significativas en los niveles de hemoglobina entre muestras de sangre con volúmenes de 3 mL, 2 mL, y 1 mL utilizando el anticoagulante EDTA K₂. El tipo de investigación utilizada fue la observación analítica con enfoque transversal. En cuanto a los métodos estadísticos, se usó la prueba One Way ANOVA para determinar si había diferencias significativas en los niveles de hemoglobina entre los diferentes volúmenes. Además, se utilizó la prueba Post Hoc Bonferroni para confirmar las diferencias entre los grupos comparados. Se recogieron muestras de 40 personas (20 hombres y 20 mujeres), y se dividieron en los diferentes volúmenes (1 mL, 2 mL y

3 mL) utilizando el EDTA K₂ como anticoagulante. En los resultados se obtuvo que en los hombres la media del nivel de hemoglobina fue ligeramente mayor en las muestras de 1 mL (15.52 g/dL) comparado con las de 2 mL (15.37 g/dL) y 3 mL (15.41 g/dL). No obstante, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En el caso de las mujeres, los niveles de hemoglobina fueron similares entre los tres volúmenes: 1 mL (13.07 g/dL), 2 mL (12.99 g/dL), y 3 mL (12.99 g/dL), también sin diferencias significativas. Por otro lado, en general, La media del nivel de hemoglobina fue ligeramente mayor en el volumen de 1 mL (14,29 g/dL), mientras que los volúmenes de 2 mL y 3 mL tuvieron medias similares (14,18 y 14,20 g/dL, respectivamente). Las diferencias no fueron estadísticamente significativas, como se confirmó con la prueba ANOVA y el análisis Post Hoc Bonferroni ($p > 0,05$). La conclusión del trabajo es que no hubo diferencias significativas en los niveles de hemoglobina entre las muestras de sangre de 3 mL, 2 mL y 1 mL con EDTA K₂. Aunque se observaron pequeñas diferencias en las medias, estas no fueron relevantes estadísticamente. Por lo tanto, el volumen de la muestra, siempre que esté entre 1 y 3 mL, no afecta significativamente los resultados de hemoglobina (24).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. EDTA

Es un anticoagulante utilizado comúnmente en tubos de recolección de sangre, particularmente en pruebas hematológicas. Su función principal es quelar o secuestrar el calcio en la sangre (25).

Dado que el calcio es esencial para la cascada de coagulación, el EDTA impide la formación de coágulos al evitar que se inicien las reacciones de coagulación dependientes del calcio. Esto permite que las muestras de sangre permanezcan fluidas y estables para el análisis durante un tiempo prolongado (12).

a. Utilidad

- **Quelación del calcio**

El EDTA K₂ o K₃ forma complejos estables con los iones de calcio (Ca²⁺), evitando que el calcio esté disponible para participar en las reacciones enzimáticas que son cruciales para la coagulación sanguínea (25).

- **Estabilización de las células**

El EDTA ayuda a preservar la morfología de las células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) para que puedan ser evaluadas adecuadamente en el laboratorio. Esto es fundamental en pruebas de hemograma completo, ya que las características morfológicas de las células deben permanecer intactas para análisis microscópicos o automatizados (26).

El EDTA K₃ ocasiona un cierto encogimiento de los hematíes, lo que genera una reducción del 2-3% en el Hto seguido por un aumento gradual en el VCM, lo que no ocurre al utilizar EDTA K₂, por lo que es el anticoagulante recomendado para realizar análisis de los parámetros hematológicos (25).

- **Estabilidad de la muestra**

El EDTA mantiene la estabilidad de los componentes celulares de la sangre durante más tiempo en comparación con otros anticoagulantes, como la heparina. Esto es particularmente útil cuando la muestra no puede ser procesada inmediatamente y necesita ser almacenada durante varias horas. Para garantizar una alta viabilidad celular es necesario procesar la muestra antes de las 24-48h de su extracción ya que la viabilidad celular disminuye rápidamente después de las 48 h (12).

- **Compatibilidad con equipos automatizados**

El EDTA es el anticoagulante preferido en los analizadores automatizados de hematología. Estos dispositivos cuentan con sensores y métodos de análisis que evalúan parámetros de la serie roja, serie blanca y serie plaquetaria. Estos equipos necesitan que las células sanguíneas no se coagulen y mantengan su estructura para obtener mediciones precisas (20).

b. Relación sangre- anticoagulante

- **Adecuado**

La concentración de EDTA en los tubos BD Vacutainer® es de 1.8 mg/mL de sangre, según las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Hematología (ICSH). Esta organización sugiere preferentemente el uso de EDTA K2. La proporción adecuada para la biometría hemática y frotis sanguíneo es de 1.5 - 2.2 mg/mL de sangre (27).

- **Toma de muestra**

La flebotomía representa el primer contacto entre el laboratorio y sus pacientes, es importante para una colecta de muestra apropiada. Algunas de las consideraciones más importantes a considerar al momento de la extracción sanguínea es que el torniquete debe aplicarse a una distancia aproximada de un ancho de mano (7,5 cm) por encima del área de punción previsto y debe ser lo suficientemente ajustado como para interrumpir el flujo sanguíneo venoso, pero no arterial, y procurar que esté presionado el menor tiempo posible, la estasis venosa puede provocar agregación plaquetaria, formación de coágulos y alteración del conteo celular (28).

Para evitar la formación de micro coágulos, se debe mezclar los tubos de EDTA realizando 8-10 inversiones inmediatamente después de

extraer la muestra de sangre, otros mencionan 2 a 4 inversiones iniciales y posteriormente otras 4. Los tubos con anticoagulante deben invertirse suavemente y colocarlos en posición vertical, para evitar el contacto prolongado con la tapa del tubo (29).

2.2.2. Parámetros hematológicos

2.2.2.1. Parámetros cuantitativos

a. Serie roja

- **RBC**

Es una evaluación de la cantidad de glóbulos rojos en un volumen específico de sangre. Es clave para determinar el estado de salud general y para identificar posibles afecciones, como la anemia o la policitemia (30).

Valores de Referencia (31)

- ✓ Hombres: 4 500 000 - 5 500 000 millones de células/mm³
- ✓ Mujeres: 4 000 000 - 5 000 000 millones de células/mm³

- **HB**

Cuando los niveles de hemoglobina son bajos, generalmente se asocian con la anemia, mientras que en niveles elevados pueden estar relacionados a trastornos como la policitemia (32).

Valores de referencia: (1)

- ✓ Mujeres: 11,5 - 16,5 g/dL
- ✓ Hombres: 14,0 - 18,0 g/dL

- **HCT**

Es el volumen que ocupan los glóbulos rojos respecto al volumen total de sangre. Nos transmite información similar a la Hb (32).

Valores de referencia: (31)

- ✓ Hombres: 40% - 50%
- ✓ Mujeres: 38% - 44%

- **VCM**

Refleja el tamaño promedio de los eritrocitos en la sangre, medido en femtolitros (fL). Este valor es clave para diferenciar diversos tipos de anemia por su morfología, ya que las alteraciones en el tamaño de los glóbulos rojos pueden mostrar si son más grandes (macroцитos) o más pequeños (microцитos) de lo normal (17).

Valores de referencia: (33)

- ✓ Normocitosis: Tamaño promedio de los glóbulos rojos normal (80 - 100 fL).
- ✓ Microcitosis: Tamaño promedio de los glóbulos rojos reducido (< 80 fL).
- ✓ Macroцитosis: Tamaño promedio de los glóbulos rojos aumentado (> 100 fL).

- **HCM**

Mide la cantidad promedio de hemoglobina presente en cada glóbulo rojo (26).

Valores de referencia: (11)

- ✓ Mayores de 15 años: 25,0 a 31,0 pg

- **CHCM**

Es la concentración media de hemoglobina en un volumen determinado de glóbulos rojos (11). Es fundamental para clasificar los diferentes tipos de anemia según la clasificación morfológica de Wintrobe (30).

Valores de referencia: (11)

✓ > 15 años: 32,0 a 38,0 g/dL

- **RDW-CV**

Es una medida que refleja la variabilidad en el tamaño de los eritrocitos. Es útil para evaluar heterogeneidad en el tamaño de los glóbulos rojos (34).

Valores de referencia (35):

✓ 11% - 15%

- **RDW-SD**

Mide la amplitud de la curva de distribución de los eritrocitos (36).

Valores de referencia (11)

✓ 35 % - 55 %

b. Serie blanca

- **WBC**

Mide la cantidad total de leucocitos que se encuentra en la sangre, es importante para evaluar el funcionamiento del sistema inmunológico. Existen diferentes tipos de glóbulos blancos los cuales reaccionan frente a un agente extraño e indican presencia o no de infección (37).

Valores de referencia: (1)

✓ 5 000 - 10 000 leucocitos/mm³

- **Neutrófilos Abastionados**

Son neutrófilos inmaduros que reaccionan cuando hay una infección o inflamación, por lo que en el hemograma se observa una desviación a la izquierda (31).

Valores de referencia: (1)

✓ Valor absoluto: 150 - 400 células/mm³

✓ Valor relativo: 3 - 5 %

- **Neutrófilos Segmentados**

Son los leucocitos más numerosos en la circulación, cuando existe un aumento se denomina “Neutrofilia” la cual puede ser causada por presencia de una infección bacteriana, y se denomina “neutropenia” cuando hay una deficiencia de esta célula a causa de alteraciones en la maduración, infecciones severas, enfermedades inmunes o invasión por células neoplásicas (38).

Valores de referencia: (31)

✓ Valor absoluto en adultos: 4 000 – 7 000 células/mm³

✓ Valor relativo: 55 - 65 %

- **Linfocitos**

Son los segundos leucocitos más numerosos en el torrente sanguíneo, cuando hay un aumento existen dos maneras para denominarlos: linfocitosis relativa, que se observa generalmente con un aumento de linfocitos y un recuento total de leucocitos normal o poco aumentado, generalmente causada por una infección vírica; y linfocitosis absoluta, en el hemograma se observa un aumento linfocitos y aumento del WBC > 50 000 mm³,

por presencia de linfocitosis infecciosa, mononucleosis infecciosa (38). Cuando existe una disminución se llama linfopenia, puede ser a causa de enfermedades congénitas o adquiridas por infecciones virales (32).

Valores de referencia: (31)

- ✓ Valor absoluto en adultos: 1 500 – 3 000 células/mm³
- ✓ Valor relativo: 25 - 35 %

- **Monocitos**

Son los glóbulos blancos más grandes con un núcleo en forma de riñón, cuando se encuentra elevado puede ser señal de tuberculosis, enfermedades virales o neoplasias (1).

Valores de referencia: (31)

- ✓ Valor absoluto en Adultos: 200 – 800 células/mm³
- ✓ Valor relativo: 3 - 8 %

- **Eosinófilos**

Este tipo de leucocitos cuando superan el 5% de su valor relativo generalmente es causado por parásitos, hidatidosis o patologías alérgicas, llamándose eosinofilia; la ausencia puede ser causa de una apendicitis aguda (39).

Valores de referencia: (31)

- ✓ Valor absoluto en adultos: 50 – 400 células/mm³
- ✓ Valor relativo: 0,5 - 4,0 %

- **Basófilos**

Célula leucocitaria con gránulos de color azul negruzco los cuales cubren toda la célula en su estadio maduro, los cuales se

encargan de contener la histamina y heparina. Puede existir aumento en leucemia por basófilos (1).

Valores de referencia: (31)

- ✓ Valor absoluto en adultos: 50 – 100 células/mm³
- ✓ Valor relativo: 0,5 - 1 %

c. Serie plaquetaria

- **PLT**

El recuento de plaquetas en un hemograma es esencial para evaluar la coagulación y el estado general de salud del paciente, permitiendo diagnosticar y gestionar distintas enfermedades que afectan al sistema hematológico (40).

Valores de referencia: (1)

- ✓ Valor normal: 150 000 - 450 000 plaquetas/mm³
- ✓ Trombocitosis: > 450 000 plaquetas/mm³
- ✓ Trombocitopenia: < 150 000 plaquetas/mm³

Clasificación de trombocitopenias: (41)

- ✓ Trombocitopenia leve: 100 000 - 150 000 plaquetas/mm³
- ✓ Trombocitopenia moderada: 50 000 - 100 000 plaquetas/mm³
- ✓ Trombocitopenia severa: < 50 000 plaquetas/mm³

- **VPM**

Es una medida que refleja el tamaño promedio de las plaquetas, calculada a partir del análisis del histograma plaquetario generado por el equipo automatizado (26).

Valores de referencia: (42)

- ✓ 5 fL a 12 fL

- **PDW**

Mide la variabilidad en el tamaño de las plaquetas en la sangre. Es un indicador de la heterogeneidad (anisocitosis plaquetaria) (43).

Valores de referencia: (42)

✓ 9.4 a 16.2 fL.

- **PCT**

El plaquetocrito mide porcentualmente el volumen que ocupan las plaquetas en la sangre (44).

Valores de referencia: (11)

✓ 0,085% y 0,287%

- **P-LCR**

Este parámetro indica la relación plaquetas – células grandes mediante porcentaje, las cuales son todas las plaquetas que superan un volumen de 12 fL (45).

Valores de referencia: (11)

✓ 15 – 35 %

2.2.2.2. Parámetros cualitativos: lámina periférica

a. Serie roja

- **Anisocitosis**

Es la alteración del tamaño o diámetro de los hematíes, existen tres maneras de clasificarlo (46).

✓ **Microcitosis**

Es la presencia de hematíes con un diámetro menor a $7\mu\text{m}$, generalmente el VCM se encuentra por debajo de 80 fL. Este tipo de hematíes son característicos de anemias ferropénicas y talasemias (47).

Interpretación para el reporte debe existir una correlación entre los valores cuantitativos y cualitativos de la lámina periférica (48).

Reporte: (49)

- 1(+): 70 - 79 fL
- 2(++): 60 - 69 fL
- 3(+++): ≤ 59 fL

✓ **Normocitosis**

Son los glóbulos rojos que se encuentran dentro del tamaño correcto ($7 - 9 \mu\text{m}$) de igual manera el VCM se encuentra normal (50).

✓ **Macrocitosis**

Son glóbulos rojos de mayor tamaño, superando el diámetro $> 9\mu\text{m}$ y un VCM mayor 100fL. Se puede observar en anemias megaloblásticas, por deficiencia de vitamina B12 o Ácido Fólico; también en anemias diseritropoyética, hepatopatías crónicas y anemias aplásicas (51).

Reporte: (49)

- 1(+): 100 - 109 fL
- 2(++): 110 - 119 fL
- 3(+++): ≥ 120 fL

- **Cromía**

Es la concentración de hemoglobina que se encuentra dentro de un hematíe, se puede reportar de diferentes maneras de acuerdo a la intensidad de la coloración del eritrocito (17).

- ✓ **Hipocromía**

Es la disminución de la hemoglobina en el hematíe, por lo que el centro del eritrocito se observa con una mayor palidez y está relacionada con la HCM (47). Está asociada a anemia ferropénica que se encuentra acompañada de una microcitosis (51).

- ✓ **Normocromia**

Hematíes que tienen la concentración de hemoglobina normal o igual al nivel de la CHCM (52).

- ✓ **Hipercromía**

Glóbulos rojos con abundante hemoglobina. Pueden aparecer en la policitemia vera o policitemia fisiológica y esferocitosis hereditaria (1).

- ✓ **Policromasia**

Eritrocitos inmaduros, reticulocitos en lámina periférica se tiñen de un color azulado pálido debido a la cantidad elevada de ribosomas que contienen, generalmente superan el tamaño de un hematíe adulto en un 28% (46). Se presenta en anemias hemolíticas o en pacientes con aplasia medular (47).

- **Poiquilocitosis**

Se denomina de esta manera cuando existe alteración en la figura del glóbulo rojo, hay diferentes formas en la que se puede

presentar las cuales ayudan a determinar el tipo de anemia o patología (42).

Reporte: (48)

- 1(+): Hasta un 10% del campo
- 2(++): 10 – 30 % del campo
- 3(+++): > 30% del campo

✓ **Acantocitos**

Hematíe con proyecciones en su superficie de forma irregular. Característico de pacientes con enfermedades hepáticas graves (53).

✓ **Codocitos**

También conocido como dianocitos por su semejanza a una diana, su centro posee una coloración intensa por el contenido de hemoglobina, rodeado de un anillo pálido, y luego por otro anillo externo teñido intensamente (54). Se observan en anemias por deficiencia de hierro, talasemias, enfermedades hepáticas (49).

✓ **Dacriocitos**

Células en forma de lágrima, posee una prolongación en punta. Se presenta cuando hay infiltración, benigna o maligna, de la médula ósea (47).

✓ **Drepanocitos**

Glóbulo rojo en forma de hoz o media luna. Posee hemoglobina alterada, hemoglobina S, cuando no está oxigenada. Presentes en anemia falciforme (55).

✓ **Eliptocitos**

Hematíes alargados con extremos ovalados y contorno regular. Asociada a patología eliptocitosis, anemias ferropénicas (46).

✓ **Ovalocitos**

Hematíes con forma ovalada, presente en anemia megaloblástica (47).

✓ **Esquistocitos**

Son fragmentos de eritrocitos. Se puede observar en anemias hemolítica microangiopática, síndrome de HELLP, quemaduras, síndrome mielodisplásico (49).

✓ **Equinocitos**

También conocidos como crenocitos, poseen espículas cortas en su superficie, entre 10 y 30. Asociado a enfermedad hepática y renal, deficiencia de piruvato quinasa (51). También, puede aparecer por el método de tinción o alteración en la relación sangre/anticoagulante (49).

✓ **Esferocitos**

Hematíes en forma de pelota, no son bicóncavos, su diámetro es menor al normal. Presentes en enfermedad esferocitosis hereditaria (55).

✓ **Estomatocitos**

Se puede observar como una boca de pez, presente en pacientes con anemia hemolítica, enfermedad hepática (51).

- **Inclusiones eritrocitarias**

- ✓ **Punteado basófilo**

Son pequeños gránulos, este aspecto en el hematíe puede se puede observar en reticulocitos. También puede deberse a patologías como intoxicación con plomo o síndromes talasémicos (56).

- ✓ **Cuerpos de Howell-Jolly**

Son restos del núcleo del eritroblasto degradado. Estos reflejan la función del bazo, se pueden observar después de la esplenectomía (46).

- ✓ **Anillos de Cabot**

Inclusión en forma de anillo que presentan ciertos hematíes, generalmente indica alteración en eritropoyesis (51).

- ✓ **Cuerpos de Pappenheimer**

Gránulos basófilos que contienen partículas de hierro, se sitúan en la periferia del eritrocito. Son típicos en anemia sideroblástica (56).

b. Serie blanca

- **Hipersegmentación de neutrófilos**

Es cuando un neutrófilo presenta 6 o más lóbulos nucleares, o si más del 3% de los neutrófilos analizados tienen más de 5 lóbulos (57).

Para el informe de resultados de la interpretación cuantitativa y cualitativa se recomienda la simbología: (48)

- 1(+): Hasta un 10% del campo
- 2(++): 10 – 30 % del campo
- 3(+++): > 30% del campo

- **Fragilidad leucocitaria**

Es un proceso mediante el cual los leucocitos se rompen y liberan el contenido de su citoplasma durante la preparación de la muestra (58).

- **Inclusiones**

Son estructuras anormales que pueden encontrarse dentro de los leucocitos pueden ser granulares o vacuolares, están relacionadas con diversas enfermedades o trastornos hematológicos (59).

Para el informe de resultados de la interpretación cuantitativa y cualitativa se recomienda la simbología: (48)

- 1(+): Escasos, leve, algunos
- 2(++): Regular cantidad, moderada cantidad
- 3(+++): Abundante, relevante.

- **Bastones de Auer**

Inclusiones citoplasmáticas únicas o múltiples en forma de bastón. Se observan principalmente en blastos y promielocitos de leucemia aguda (49).

- **Cuerpos de Döhle**

Inclusiones citoplasmáticas con forma irregular y basófila, generalmente, se encuentran en la serie neutrófila (48).

c. Serie plaquetaria

- **Macroplaquetas**

Son plaquetas que presentan un tamaño mayor de lo normal. Se observan en varias condiciones patológicas, como el síndrome de Bernard-Soulier, enfermedades mieloproliferativas y

la púrpura trombocitopénica idiopática (PTI). Estas plaquetas al ser más grandes son más activas, lo que aumenta el riesgo de formación de coágulos y trombosis (25).

El citoplasma levemente gris-basófilo con gránulos rojo púrpura concentrados en el centro de la plaqueta (49). Para el informe de resultados de la interpretación cuantitativa y cualitativa se recomienda la simbología: (48)

- ✓ 1(+): Hasta un 10% del campo
- ✓ 2(++): 10 – 30 % del campo
- ✓ 3(+++): > 30% del campo

- **Agregado plaquetario**

Se refiere a la observación de grupos o "agregados" de plaquetas en el frotis de sangre periférica, lo que puede ser un indicio de fenómenos fisiológicos o patológicos relacionados con la coagulación y las plaquetas. Puede deberse a la acción de ciertos anticuerpos o al uso de anticoagulantes como el EDTA (60).

- **Pseudotrombocitopenia inducida por EDTA**

Es un fenómeno en el que el uso del anticoagulante EDTA en las muestras de sangre causa una falsa reducción en el conteo de plaquetas. Esto ocurre debido a la formación de agregados plaquetarios in vitro, lo que genera lecturas incorrectas en los equipos automatizados de laboratorio (61).

El mecanismo se relaciona con la acción de anticuerpos contra las plaquetas, que en presencia de EDTA promueven su aglutinación. Para confirmar el diagnóstico, se suele realizar un frotis sanguíneo y repetir la toma de muestra utilizando otros anticoagulantes, como el citrato de sodio, lo que generalmente muestra un conteo de plaquetas dentro de los rangos normales

(62). Para el informe de resultados de la interpretación cuantitativa y cualitativa se recomienda la simbología: (48)

- ✓ 1(+): Escasos, leve, algunos
- ✓ 2(++): Regular cantidad, moderada cantidad
- ✓ 3(+++): Abundante, relevante.

- **Degranulación de plaquetas**

Es el proceso mediante el cual las plaquetas, tras ser activadas, liberan el contenido de sus gránulos hacia el entorno. Estos gránulos contienen moléculas clave que juegan un papel esencial en la agregación plaquetaria, la coagulación sanguínea y la formación de coágulos. Este mecanismo es crucial tanto para la hemostasia como para la respuesta inflamatoria del organismo (63). Para el informe de resultados de la interpretación cuantitativa y cualitativa se recomienda la simbología: (48)

- ✓ 1(+): Hasta un 10% del campo
- ✓ 2(++): 10 – 30 % del campo
- ✓ 3(+++): > 30% del campo

2.2.2.3. Metodología de medición

El equipo hematológico automatizado Mindray BC-5150 está diseñado para dar resultados de 25 parámetros hematológicos, mediante diferentes métodos. Para la detección de RBC/PLT utiliza la impedancia eléctrica, para el reconocimiento de WBC utiliza la citometría de flujo, el método colorimétrico para la hemoglobina y diferentes fórmulas para calcular los demás parámetros (64).

a. Impedancia eléctrica

Su principio se basa en la medición de cambios que provoca una partícula en la resistencia eléctrica, esta partícula se encuentra suspendida en un diluyente conductor el cual atraviesa una abertura

de determinado diámetro, donde una corriente eléctrica circula generado por dos electrodos que se encuentran en ambos lados de la abertura (65). Cuando la célula atraviesa el orificio causa un cambio transitorio, produciendo un pulso de voltaje, amplificación que equivale al tamaño de la célula. El número de pulsos generados es la cantidad de células que atravesaron la abertura (11).

b. Citometría de flujo

La sangre aspirada es diluida con un reactivo para luego ser inyectada en la cubeta de flujo, cuando esto pasa es expuesta a un rayo de luz. La intensidad con la que se dispersa la luz refleja el tamaño de la célula y la densidad intracelular (66).

c. Método colorimétrico

Sirve para medir HB. Se diluye la muestra para luego ser introducida en un baño donde se combina con burbujas y reactivo lisante que convierte la hemoglobina en un complejo medible. Este complejo es analizado por una LED que emite un rayo de luz monocromático con una longitud de onda de 530 nm, la cual atraviesa la muestra. Un sensor óptico del lado opuesto capta la luz y la mide (64).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1 Hipótesis

Hipótesis de investigación

Existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

Hipótesis nula

No existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.

3.2 Variables del estudio

3.2.1 Variable dependiente

- Parámetros hematológicos

Conjunto de mediciones cuantitativas y cualitativas obtenidas del análisis de la sangre, que permiten evaluar el estado funcional y morfológico de los componentes celulares sanguíneos. Estos parámetros proporcionan información esencial para el diagnóstico, seguimiento y pronóstico de diversas condiciones fisiológicas y patológicas, así como para la evaluación del estado hematológico general del individuo (30).

3.2.2 Variable independiente y covariables

- Relación sangre-anticoagulante

La relación sangre-anticoagulante corresponde a la proporción entre el volumen de sangre y el anticoagulante del tubo (EDTA), la cual es

fundamental para preservar la integridad de los componentes sanguíneos y garantizar resultados hematológicos confiables (25).

- Características sociodemográficas

Las características sociodemográficas son datos que describen a una población, incluyen variables como edad y sexo, las cuales pueden influir en los valores de referencia de los parámetros hematológicos. Estas variables son consideradas covariables en el estudio debido a su potencial efecto sobre los resultados del hemograma, independientemente de la relación sangre–anticoagulante. Su inclusión permite un análisis más preciso y controlado de los resultados obtenidos (17).

3.2 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Subvariable	Dimensión	Indicador	Categorización	Escala de medición
Parámetros Hematológicos	Conjunto de mediciones cuantitativas y cualitativas obtenidas del análisis de la sangre	Los parámetros hematológicos se obtuvieron mediante el análisis de hemograma automatizado y la revisión de la lámina periférica en muestras de sangre venosa anticoagulada con EDTA.	Parámetros cuantitativos	Serie Roja	RBC	Cantidad de eritrocitos (mm ³)	De razón
					Hb	Cantidad de hemoglobina (g/dL)	De razón
					HCT	Volumen de sangre (%)	De razón
					VCM	Tamaño de eritrocito (fL)	De razón
					HCM	Cantidad promedio de hemoglobina de eritrocito (pg)	De razón
					CHCM	Cantidad de hemoglobina en relación al volumen del eritrocito g/dL	De razón
					RDW - CV	Variabilidad en el tamaño de los eritrocitos (%)	De razón

	WBC	Cantidad de leucocitos (mm ³)	De razón
	Neutrófilos	Cantidad de neutrófilos (%)	De razón
	Linfocitos	Cantidad de linfocitos (%)	De razón
Serie Blanca	Monocitos	Cantidad de monocitos (%)	De razón
	Eosinófilos	Cantidad de eosinófilos (%)	De razón
	Basófilos	Cantidad de basófilos (%)	De razón
	Plaquetas	Cantidad de plaquetas (mm ³)	De razón
Serie Plaquetaria	VPM	Tamaño de plaquetas (fL)	De razón
	PCT	Volumen de plaquetas (%)	De razón

Lámina Periférica	Serie Roja	Anisocitosis	Microcitos Normocitos Macroцитos	Ordinal
		Poiquilocitosis	Ausente Dianocitos Dacriocitos Acantocitos Equinocitos Alargamiento	Nominal
			Distribución	Ausente Presente
	Fragilidad leucocitaria		Ausente Presente	Nominal
			Vacuolización	Ausente Presente
	Serie Blanca		Macroplaquetas	Ausente Presente
		Agregado plaquetario	Ausente Presente	Nominal
			Degranulación de plaquetas	Ausente Presente

Relación sangre / anticoagulante	Proporción entre el volumen de sangre y el anticoagulante del tubo (EDTA)	Se evaluará según el volumen de sangre recolectado en tubos con EDTA, considerando relaciones de 1 mL, 2 mL y 4 mL de sangre	Volumen de sangre	Excesiva: 4 mL Adecuada: 3 mL Bajo: 2mL Muy bajo: 1mL	Ordinal
Características Sociodemográficas	Son datos que describen a una población	Datos registrados en la ficha de recolección	Sexo	Femenino Masculino	Nominal
			Edad	Años cumplidos	Razón

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño de investigación

4.1.1. Diseño

El diseño es la estrategia metodológica y estadística específica utilizada para llevar a cabo un estudio de investigación (67).

Este estudio es de tipo cuasi-experimental, ya que evalúa el efecto de la relación entre el anticoagulante (EDTA) y la sangre sobre los parámetros hematológicos cuantitativos y cualitativos, sin realizar asignación aleatoria de los participantes, analizando los cambios producidos bajo condiciones previamente establecidas.

4.1.2. Nivel de investigación

El alcance de la investigación define hasta dónde se pretende llegar con el estudio (68).

El estudio es de nivel explicativo, ya que busca analizar y explicar la relación de causalidad entre las variables, determinando cómo la proporción entre el anticoagulante (EDTA) y la sangre influye en los resultados de los parámetros hematológicos.

4.1.3. Tipo de investigación

- **Según intervención del investigador:** Cuasi-experimental, porque el investigador interviene de forma deliberada modificando una o más variables independientes, con el propósito de analizar los cambios o efectos que estas producen en las variables dependientes. (69)
- **Según la planificación de la toma de datos:** Prospectivo, ya que la información se obtuvo a partir de la recolección y análisis de muestras sanguíneas tomadas específicamente para la investigación (70).
- **Según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio:** Transversal, porque los datos se recopilaban en un único momento, permitiendo

analizar la relación entre la proporción sangre–anticoagulante (EDTA) y los parámetros hematológicos sin realizar seguimiento temporal de los participantes (71).

- **Según el número de variables analíticas:** Analítico, porque el estudio busca evaluar los cambios cuantitativos y cualitativos de los parámetros hematológicos según la relación sangre-anticoagulante (69).

4.2. Ámbito de estudio

El presente estudio de investigación seleccionó como población de estudio a los estudiantes de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, considerando que dicha escuela integra las especialidades de Laboratorio Clínico y Terapia Física y Rehabilitación, las cuales aportan una formación académica en ciencias de la salud; esto permitió contar con una población joven, aparentemente sana, accesible, viable y adecuada para el desarrollo del estudio, garantizando el cumplimiento de los procedimientos establecidos durante la investigación.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Se refiere a un grupo de elementos, que pueden ser personas u objetos de diversas naturalezas, que sirven como base para llevar a cabo una investigación (72).

Nuestra población estuvo conformada por 260 estudiantes regulares de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, matriculados en el periodo 2025- I.

4.3.2. Muestra

La muestra es una fracción representativa de la población de investigación, utilizada para obtener datos relevantes. Su selección requiere el

uso de diversas fórmulas estadísticas, considerando aspectos como el margen de error, la confiabilidad y la probabilidad (73).

Nuestra muestra estuvo conformada por 155 estudiantes regulares de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, matriculados en el periodo 2025- I, el cual se obtuvo mediante la fórmula para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Se consideró una proporción esperada de éxito ($p = 0,5$) y fracaso ($q = 0,5$), debido a que no se cuenta con estudios previos que determinen la proporción real del evento de interés en la población estudiada, utilizándose este valor por ser el más conservador y garantizar un tamaño de muestra adecuado.

$$n = \frac{Z^2pqN}{(N - 1)e^2 + Z^2pq} = 155$$

n= muestra

N=Población

p= éxito (0,5)

q= fracaso (0,5)

e= error (0,05)

Z= Nivel de confianza con una probabilidad del 95% (1,96)

4.3.3. Muestreo

La técnica de muestreo fue no probabilístico voluntario, en el cual los participantes se incorporaron al estudio de manera libre y consciente, manifestando su voluntad de participar mediante consentimiento informado, sin que la selección se realice por métodos aleatorios (73).

Para llevar a cabo el proceso de selección de los participantes, se realizó una exposición informativa en cada aula, en la que se explicó de manera clara y

detallada el presente trabajo de investigación, incluyendo los objetivos, la importancia del estudio y los procedimientos a realizar.

Posteriormente, se coordinó un ambiente adecuado para la toma de muestra sanguínea y se codificó a cada uno de los participantes según orden de llegada.

4.3.4. Criterios de inclusión

- Estudiantes regulares de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna matriculados en el periodo 2025 - I.
- Estudiantes que hayan firmado el consentimiento informado (Anexo 1).
- Estudiantes mayores de edad.
- Estudiantes de ambos sexos.

4.3.5. Criterios de exclusión

- Estudiantes que se encuentren embarazadas, porque durante el embarazo el organismo materno presenta cambios fisiológicos y una extracción excesiva puede agravar la anemia, provocar mareos o hipotensión y, en algunos casos, afectar transitoriamente la adecuada circulación hacia la placenta, comprometiendo el bienestar materno y fetal; por ello, se recomienda realizar solo extracciones mínimas y estrictamente necesarias (74).
- Estudiantes con anemia moderada a severa, ya que la extracción de sangre puede incrementar el riesgo de complicaciones, como mareos o mayor disminución de los niveles de hemoglobina (75).

4.4. Técnica y ficha de recolección de datos

4.4.1. Técnica

En esta investigación se utilizó la técnica de fichaje, que consiste en evaluar, analizar y validar la información obtenida de los participantes en una estructura organizada y jerarquizada (76). Asimismo, se aplicó la técnica de

muestras biológicas, dado que se recolectó y se manejó la sangre extraída de los participantes para llevar a cabo el trabajo de investigación (77).

4.4.2. Instrumento

El instrumento elegido para la presente investigación fue una ficha de recolección de datos (Anexo 2), en donde se registró la información de los pacientes para la creación de la base de datos. La validez y confiabilidad de los datos se les atribuyó a las propiedades del instrumento utilizado, en este caso al equipo hematológico automatizado Mindray BC-5150.

La primera parte de nuestro instrumento estuvo conformada por los datos sociodemográficos de los estudiantes como la edad y sexo. En la segunda parte, se colocaron datos cuantitativos del hemograma en los diferentes volúmenes de extracción.

En la tercera parte, se evaluaron las características morfológicas de las células sanguíneas de la serie roja, blanca y plaquetaria en el frotis de sangre periférica en los diferentes volúmenes de extracción, que fueron aprobados y validados a través del juicio de expertos, que estuvo conformado por personal experimentado y calificado en el área de hematología (Anexo 3).

CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

5.1 Procedimiento de recojo de datos

Para poder realizar el presente estudio, se necesitó la autorización del comité de ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna emitiendo la resolución de inscripción (Anexo 4), asimismo, se solicitó la aprobación de la escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna (UPT) para realizar el estudio en los alumnos de la carrera dentro de la institución.

A todos los estudiantes voluntarios se le entregó el consentimiento informado (Anexo 1) en el cual se les explicó de manera detallada la finalidad, riesgos y beneficios del estudio de investigación, además, se mencionó la completa confidencialidad que tendrá el estudio con los participantes.

El procedimiento se inició con la extracción de sangre venosa, recolectándose cuatro tubos con anticoagulante EDTA que contenían volúmenes de 1, 2, 3 y 4 mL de sangre, respectivamente. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio en un cooler con hielo, asegurando un tiempo máximo de traslado no mayor a 2 horas, con el fin de preservar la estabilidad celular y evitar alteraciones preanalíticas.

Una vez en el laboratorio, se realizó el análisis hematológico automatizado mediante el analizador MINDRAY BC-5150. Seguidamente, se procedió a la elaboración de los extendidos de sangre periférica correspondientes a cada muestra, los cuales fueron teñidos con la coloración de Wright, técnica policromática tipo Romanowsky basada en la afinidad diferencial de la eosina y el azul de metileno por las estructuras celulares. Finalmente, se efectuó la lectura microscópica de las láminas, permitiendo la evaluación morfológica de los elementos formes de la sangre.

Los resultados obtenidos de los análisis mencionados anteriormente se registraron en la ficha de recolección de datos (Anexo 2), asimismo, gracias al programa Microsoft Excel 2021, se creó una base de datos donde se registró la información.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS Statistics V25.0), que nos ayudó en el desarrollo de estadística para este estudio.

El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva y pruebas inferenciales no paramétricas. Para la comparación de los parámetros hematológicos obtenidos bajo diferentes variaciones de la relación sangre–anticoagulante, se empleó la prueba de Friedman para muestras relacionadas, al tratarse de mediciones repetidas en una misma muestra. Cuando se identificaron diferencias significativas, se aplicaron comparaciones por pares con corrección de Bonferroni. Asimismo, se utilizaron distribución de rangos promedio para la visualización de la distribución de los datos y análisis cualitativo de láminas para identificar alteraciones morfológicas asociadas a artefactos preanalíticos.

Finalmente, para garantizar una comprensión más clara y ordenada, los resultados fueron organizados en tablas y figuras que permitieron visualizar de forma precisa las tendencias y valores obtenidos. Además, se añadieron imágenes representativas de las alteraciones cualitativas más destacadas, ofreciendo un soporte visual que enriqueciendo el análisis y resaltaron la importancia de los hallazgos observados.

5.2 Consideraciones éticas

El estudio fue autorizado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna el cual emitió su resolución de inscripción (Anexo 4), además se solicitó la autorización de la directora de la escuela Profesional de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna (UPT) para que se ejecute el estudio de investigación.

Debido a que la investigación implica la extracción de muestras de sangre, se empleó un consentimiento informado (Anexo 3), mediante el cual se explicó el procedimiento a cada estudiante, se respondieron sus dudas y firmaron si aceptaron a participar voluntariamente.

Todos los participantes fueron codificados mediante un sistema de identificación anónima para garantizar la confidencialidad de los datos y proteger su información personal, todo se llevó a cabo conforme a los principios de la Declaración de Helsinki. Además, se aseguró el cumplimiento estricto de las normas de bioseguridad durante todo el proceso, salvaguardando tanto la integridad de los participantes, las muestras y la seguridad del personal involucrado. Estas medidas refuerzan el compromiso ético del estudio y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Los bachilleres Mishell Andrea Ancco Suaña y Alexis Esteban Ticona Ramos asumieron la responsabilidad de realizar y supervisar el trabajo, protegiendo la confidencialidad de los datos recopilados.

LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones del presente estudio, no se evaluó de manera formal la variabilidad inter observador, lo cual representa una limitación importante debido a que la interpretación de los frotis sanguíneos y de los hallazgos morfológicos puede presentar ligeras diferencias entre evaluadores, aun cuando estos cuenten con experiencia en el área. La apreciación microscópica posee cierto grado de subjetividad, por lo que la ausencia de una evaluación estandarizada entre observadores podría influir mínimamente en la concordancia de los resultados cualitativos obtenidos.

Asimismo, la elaboración del frotis sanguíneo constituyó una limitación debido a que este procedimiento depende en gran medida de la técnica manual empleada por el operador. Factores como el ángulo de extensión, la velocidad del desplazamiento y la cantidad de muestra utilizada pueden generar variaciones en la distribución celular, el grosor del frotis y la calidad de la lámina, lo que puede afectar la adecuada visualización e interpretación microscópica de las células sanguíneas.

De igual manera, la coloración de las láminas fue considerada una limitación, ya que el proceso de tinción puede verse influenciado por diversos factores técnicos, como el tiempo de coloración, el estado y conservación de los reactivos, el pH del agua o la preparación de los colorantes. Estas variaciones pueden ocasionar diferencias en la intensidad y definición de las estructuras celulares, dificultando en algunos casos la correcta evaluación morfológica de las células observadas al microscopio.

Finalmente, el tiempo de análisis de las muestras también representó una limitación del estudio, debido a que el retraso en el procesamiento puede generar cambios celulares y alteraciones en ciertos parámetros hematológicos. La permanencia prolongada de la muestra antes de su análisis puede favorecer fenómenos como cambios morfológicos celulares, agregación plaquetaria o deterioro de algunos elementos formes, lo que podría influir en los resultados obtenidos durante la evaluación de las muestras.

RESULTADOS

Tabla 1. *Distribución de los estudiantes según rango de edad, UPT – 2025.*

Rango de Edad	Frecuencia	Porcentaje
De 18 a 23 años	92	59,4
De 24 a 28 años	38	24,5
De 29 años a 33 años	23	14,8
Mas de 33 años de edad	2	1,3
Total	155	100,0

Nota. La tabla presenta la clasificación de los estudiantes según grupos etarios establecidos para describir la composición demográfica de la población estudiada. Los porcentajes han sido calculados en función del total de participantes (N = 155).

La Tabla 1 muestra la distribución etaria de los estudiantes incluidos en el estudio, evidenciándose que la mayor proporción corresponde al grupo de 18 a 23 años (59,4%), seguido de aquellos entre 24 a 28 años (24,5%), mientras que los estudiantes de 29 años a más representan el 16,1% de la muestra. Esta distribución refleja una concentración predominante de población joven, característica esperada en el contexto universitario.

Desde el punto de vista clínico y preanalítico, la predominancia de estudiantes jóvenes constituye una ventaja metodológica, ya que este grupo etario presenta menor probabilidad de comorbilidades, procesos inflamatorios crónicos o alteraciones hematológicas que puedan influir en los parámetros evaluados. En ese sentido, la distribución etaria observada contribuye a reducir el sesgo biológico, permitiendo que las variaciones identificadas en los parámetros hematológicos se atribuyan con mayor precisión al efecto de la relación sangre–anticoagulante, variable independiente del estudio, fortaleciendo así la validez interna de los resultados.

Tabla 2. *Distribución de los estudiantes según sexo, UPT – 2025.*

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Mujer	91	58,7
Hombre	64	41,3
Total	155	100,0

Nota. La tabla muestra la distribución de estudiantes según sexo, expresada en frecuencia absoluta y porcentaje.

La Tabla 2 muestra la distribución de los estudiantes según sexo, observándose una mayor representación del sexo femenino, con 91 estudiantes (58,7%), en comparación con 64 estudiantes de sexo masculino (41,3%). Esta distribución evidencia una participación ligeramente predominante de mujeres en la muestra analizada.

Desde el punto de vista clínico y preanalítico, esta predominancia del sexo femenino no constituye un factor limitante para el estudio, ya que los parámetros hematológicos evaluados se ven mínimamente influenciados por el sexo en poblaciones jóvenes y aparentemente sanas. En este contexto, la distribución por sexo no introduce un sesgo significativo en la evaluación del impacto de la relación sangre–anticoagulante, permitiendo que las diferencias observadas en los parámetros hematológicos se interpreten principalmente como consecuencia del manejo preanalítico de la muestra y no de características biológicas propias del sexo, contribuyendo así a la validez y consistencia de los resultados.

Tabla 3. Prueba de Friedman para los valores de RBC según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	0,028	Rechaza la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	
N total	155
Estadístico de prueba	9,623
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,028

En la Tabla 3, la prueba de Friedman mostró una diferencia estadísticamente significativa en los valores del recuento eritrocitario (RBC) según la variación de la relación sangre–anticoagulante ($p = 0,028$), por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de distribuciones.

Los tratamientos evaluados correspondieron a diferentes volúmenes de sangre en tubos con EDTA, siendo 4 mL (A), 3 mL (B=Normal), 2 mL (C) y 1 mL (D). Este resultado indica que al menos una de estas condiciones presenta un comportamiento diferente del RBC, lo que justifica la aplicación de un análisis post hoc para identificar entre qué pares se produce dicha diferencia.

Tabla 4. Comparaciones por pares de los valores de RBC según variación sangre/anticoagulante (método post hoc con corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
A – C	-0,003	0,147	-0,022	0,982	1,000
A – B (Normal)	-0,177	0,147	-1,210	0,226	1,000
A – D	-0,374	0,147	-2,552	0,011	0,064
C – B (Normal)	0,174	0,147	1,188	0,235	1,000
C – D	-0,371	0,147	-2,530	0,011	0,069
B (Normal) – D	-0,197	0,147	-1,342	0,180	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 4, el análisis post hoc con corrección de Bonferroni mostró que ninguna comparación por pares alcanzó significancia estadística (p ajustada $> 0,05$). Las comparaciones entre A, B (Normal) y C presentaron p ajustada = 1,000, indicando valores estadísticamente equivalentes de RBC; de igual forma, la comparación entre B (Normal) y D no evidenció diferencias significativas tras el ajuste.

Aunque las comparaciones A vs D y C vs D mostraron p sin ajustar $< 0,05$, estas diferencias no se mantuvieron luego de la corrección, por lo que no representan un efecto estadísticamente consistente.

Desde el punto de vista clínico y preanalítico, los resultados sugieren que las variaciones en la relación sangre–anticoagulante no generan diferencias clínicamente relevantes en el RBC. La estabilidad observada entre A, B (Normal) y C respalda una adecuada integridad eritrocitaria, mientras que la condición D mostró solo una tendencia no concluyente. En conjunto, se confirma que la relación estándar sangre–EDTA proporciona resultados de RBC confiables y reproducibles.

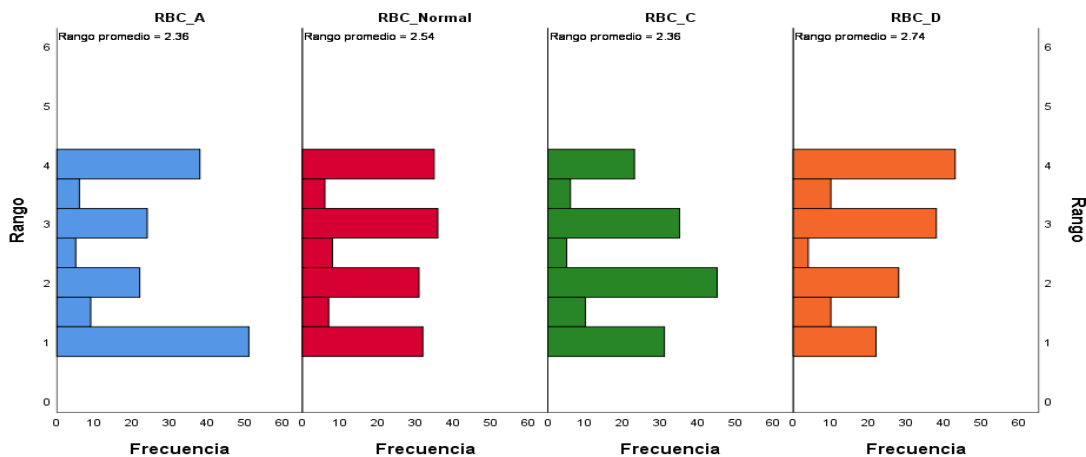


Figura 1. Distribución de rangos promedio de los valores de RBC según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 1 presenta la distribución de rangos promedio de los valores del recuento de eritrocitos (RBC) obtenidos bajo diferentes relaciones sangre–anticoagulante: A, B (Normal), C y D. Se observa una variación en la distribución de los rangos entre los distintos grupos, evidenciándose diferencias en la tendencia central y dispersión de los valores de RBC conforme se modifica la relación sangre–anticoagulante.

Desde el punto de vista estadístico, los rangos promedio difieren entre los grupos, destacando D con el mayor rango promedio (2,74), seguido de B (Normal: 2,54), mientras que A y C presentan rangos promedio menores (2,36 cada uno), observándose una ligera variabilidad entre condiciones, concordante con los hallazgos estadísticos obtenidos mediante la prueba de Friedman y el análisis post hoc. La variación de la relación sangre–anticoagulante genera diferencias globales en el comportamiento del RBC; sin embargo, dichas variaciones no se traducen en diferencias estadísticamente ni clínicamente significativas entre pares específicos, evidenciando la estabilidad del recuento eritrocitario bajo condiciones preanalíticas controladas.

Tabla 5. Prueba de Friedman para los valores de hemoglobina (Hb) según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,005	Rechaza la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	12,977
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,005

En la Tabla 5, la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas evidenció una diferencia estadísticamente significativa en los valores de hemoglobina (Hb) al comparar las distintas variaciones de la relación sangre–anticoagulante, correspondientes a 4 mL (A), 3 mL (B = Normal), 2 mL (C) y 1 mL (D), con un valor de significación $p = 0,005$, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, confirmándose que al menos una de las condiciones evaluadas presenta una distribución diferente de Hb.

Desde el punto de vista clínico, este resultado indica que la variación del volumen de sangre en tubos con EDTA influye significativamente en la determinación de la hemoglobina, incluso cuando las muestras provienen del mismo individuo. Esto sugiere que volúmenes no estandarizados, ya sea por exceso (4 mL) o defecto (1–2 mL), pueden generar variaciones analíticas clínicamente relevantes, afectando la interpretación de la concentración real de Hb.

Tabla 6. Comparaciones por pares de los valores de hemoglobina (Hb) según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
A - C	-,152	,147	-1,034	,301	1,000
A – B (Normal)	-,406	,147	-2,772	,006	,033
A - D	-,410	,147	-2,794	,005	,031
C – B (Normal)	,255	,147	1,738	,082	,494
C - D	-,258	,147	-1,760	,078	,471
B (Normal) - D	-,003	,147	-,022	,982	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 6, el análisis post hoc con corrección de Bonferroni mostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de Hb únicamente entre 4 mL (A) vs. 3 mL (B = Normal) y 4 mL (A) vs. 1 mL (D) (p ajustado < 0,05). No se observaron diferencias significativas entre los demás pares de comparación (p ajustados > 0,05).

Clínicamente, estos hallazgos indican que el volumen de 4 mL de sangre presenta diferencias significativas respecto al volumen recomendado de 3 mL y al volumen reducido de 1 mL, lo que sugiere que las desviaciones más marcadas del volumen óptimo son las que impactan de forma significativa en la medición de la hemoglobina. Esto refuerza la necesidad de respetar el volumen estándar de llenado del tubo con EDTA (3 mL) para evitar errores preanalíticos que puedan conducir a sobreestimación o subestimación de la Hb, con posibles consecuencias diagnósticas.

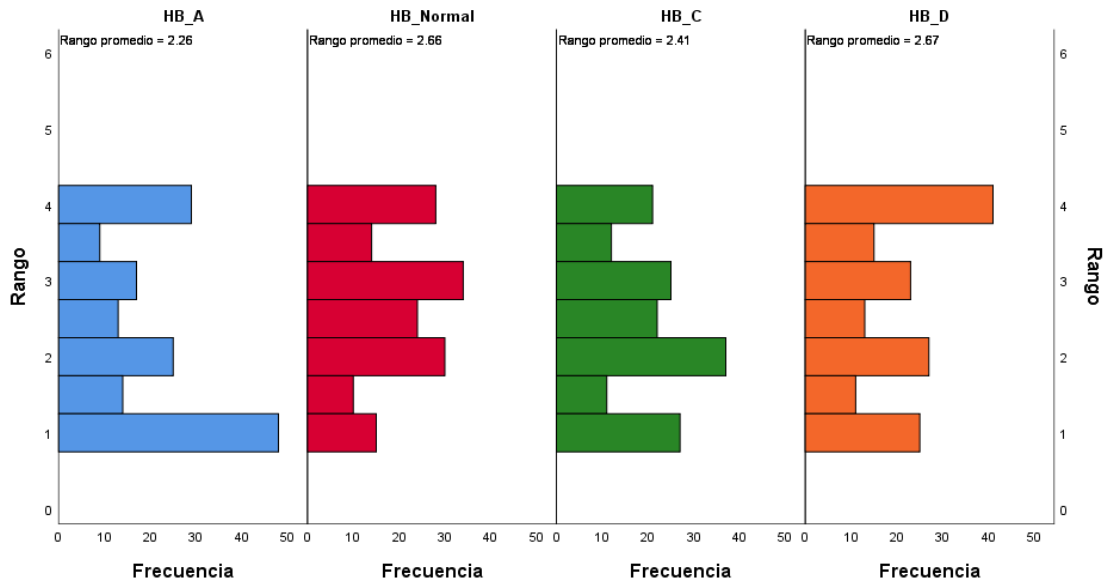


Figura 2. Distribución de rangos promedio de los valores de Hb según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 2, la distribución de rangos promedio muestra la distribución de los valores de hemoglobina correspondientes a los volúmenes de 4 mL (A), 3 mL (B = Normal), 2 mL (C) y 1 mL (D). Se observan variaciones en la posición de las medianas y en la dispersión, especialmente en el volumen de 4 mL, lo cual es concordante con las diferencias detectadas mediante la prueba de Friedman y el análisis post hoc.

Desde el enfoque clínico, la variabilidad observada en la distribución de Hb confirma que las modificaciones en el volumen de sangre recolectado en tubos con EDTA afectan la estabilidad de los resultados hematológicos. Esto evidencia que volúmenes extremos, tanto superiores como inferiores al recomendado, pueden alterar la confiabilidad del valor de hemoglobina, subrayando la importancia del control estricto de la fase preanalítica para asegurar resultados precisos y reproducibles.

Tabla 7. Prueba de Friedman para los valores de hematocrito (Hto) según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	0,012	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	
N total	155
Estadístico de prueba	11,033
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,012

En la Tabla 7, a prueba no paramétrica de Friedman mostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de hematocrito (Hto) entre las variaciones de volumen de sangre en tubos con EDTA (A = 4 mL, B = 3 mL [normal], C = 2 mL y D = 1 mL), y una significancia asintótica bilateral de $p = 0,012$. Dado que $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula, indicando que al menos un volumen produce valores de Hto significativamente diferentes.

Desde el punto de vista clínico, estos resultados evidencian que una relación inadecuada sangre/anticoagulante puede alterar la medición del hematocrito, generando valores sesgados. Esto es relevante, ya que puede influir en la interpretación clínica del estado hematológico del paciente y afectar el diagnóstico y seguimiento de alteraciones como la anemia.

Tabla 8. Comparaciones por pares de los valores de Hto según variación sangre/anticoagulante (método post hoc con corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
A - C	-0,200	0,147	-1,364	0,173	1,000
A – B (Normal)	-0,287	0,147	-1,958	0,050	0,302
A - D	-0,468	0,147	-3,190	0,001	0,009
C – B (Normal)	0,087	0,147	0,594	0,553	1,000
C - D	-0,268	0,147	-1,826	0,068	0,407
B (Normal) - D	-0,181	0,147	-1,232	0,218	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 8, el análisis post hoc mediante comparaciones por pares con corrección de Bonferroni permitió identificar qué variaciones específicas explican la diferencia global observada en la prueba de Friedman.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa únicamente entre las variaciones A (4 mL) y D (1 mL), con una significancia ajustada de $p = 0,009$, lo que confirma que esta comparación mantiene significancia incluso tras el ajuste por múltiples pruebas. En contraste, las demás comparaciones (A–C, A–B, C–B, C–D y B–D) no mostraron diferencias estadísticamente significativas luego de la corrección, lo que indica que los cambios intermedios de volumen no generan variaciones suficientemente grandes en el Hto para alcanzar significancia estadística.

Clínicamente, este resultado indica que la reducción extrema del volumen de sangre a 1 mL (D) produce una alteración significativa del hematocrito. Este hallazgo es relevante porque sugiere que volúmenes críticamente bajos pueden comprometer la confiabilidad del resultado, probablemente debido a un exceso relativo de anticoagulante, que favorece cambios osmóticos, contracción eritrocitaria o interferencias analíticas mantienen mayor estabilidad en la medición del Hto.

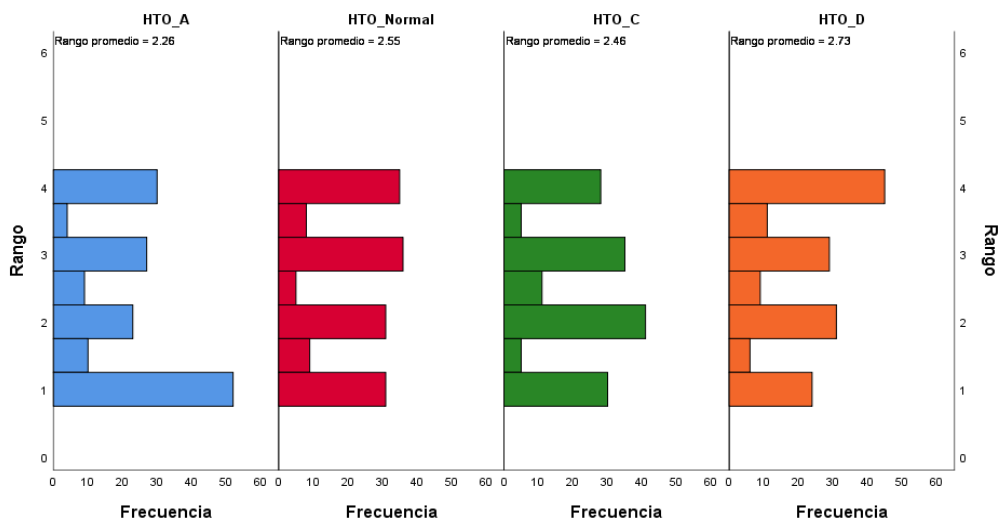


Figura 3. Distribución de rangos promedio de los valores de HTO según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 3, la distribución de rangos promedio muestra visualmente la distribución, dispersión y tendencia central de los valores de Hto para cada variación de volumen. Se observa una diferenciación en los rangos promedio, siendo la variación D (1 mL) la que presenta un comportamiento distinto respecto a las demás, coherente con los resultados de la prueba de Friedman y del análisis post hoc.

Desde una perspectiva clínica, la figura permite visualizar de manera clara que las variaciones extremas en la relación sangre/anticoagulante afectan la estabilidad del hematocrito, siendo el volumen de 1 mL el que muestra mayor discrepancia.

Esto respalda la recomendación de volumen estándar de llenado de los tubos con EDTA, ya que desviaciones importantes podrían generar resultados no representativos del estado real del paciente, con posibles consecuencias diagnósticas y terapéuticas.

Tabla 9. Prueba de Friedman para los valores de VCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,225	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	4,361 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,225

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

En la Tabla 9, la prueba no paramétrica de Friedman aplicada a los valores de volumen corpuscular medio (VCM) según las variaciones sangre/anticoagulante (A = 4 mL, B = 3 mL [normal], C = 2 mL y D = 1 mL) no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ($p = 0,225$). En consecuencia, se conserva la hipótesis nula, indicando que las distribuciones del VCM se mantienen estadísticamente similares entre las distintas proporciones sangre/EDTA, por lo que no se justificó la realización de comparaciones múltiples post hoc.

Desde el punto de vista clínico, los resultados indican que las variaciones en el volumen de sangre recolectado en tubos con EDTA, dentro del rango evaluado (1 a 4 mL), no generan cambios clínicamente relevantes. Esto sugiere que el VCM es un parámetro hematológico estable y robusto frente a variaciones moderadas en la relación sangre/anticoagulante, manteniendo su utilidad diagnóstica.

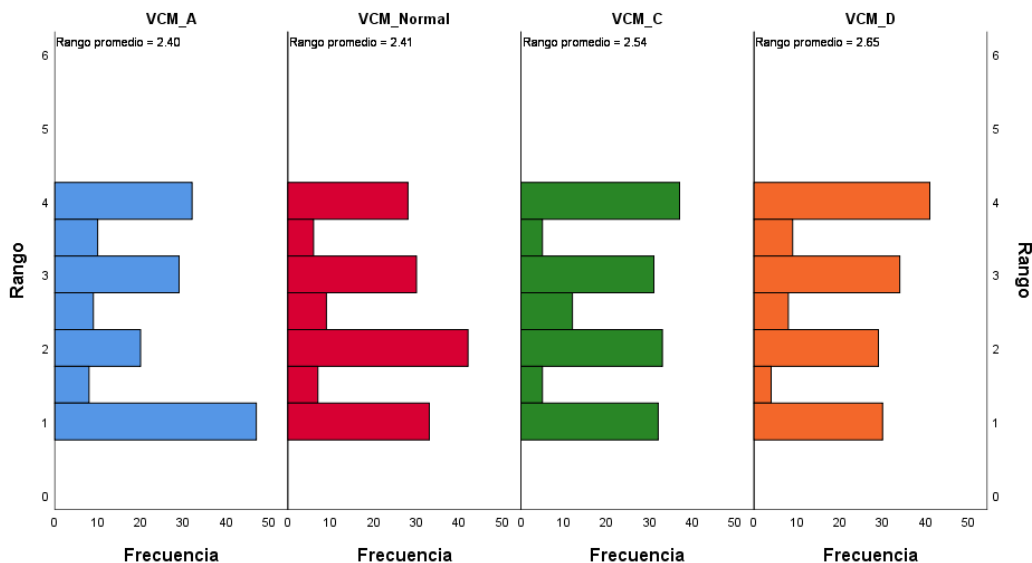


Figura 4. Distribución de rangos promedio de los valores de VCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 4, la distribución de rangos promedio muestra una distribución similar de los valores de VCM entre las cuatro variaciones (A, B, C y D), con medianas cercanas y rangos intercuartílicos ampliamente superpuestos. No se observan desplazamientos sistemáticos ni dispersiones extremas que sugieran diferencias relevantes entre los grupos, lo cual es concordante con el resultado no significativo de la prueba de Friedman.

Visualmente, confirma que el VCM permanece estable independientemente del volumen de sangre recolectado, apoyando su robustez analítica. Esto tiene implicancia clínica directa, ya que permite interpretar el VCM con confianza aun cuando la muestra no cumple estrictamente con el volumen estándar recomendado.

Tabla 10. Prueba de Friedman para los valores de HCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,102	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	6,217 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,102

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

La Tabla 10 presenta los resultados de la prueba de Friedman aplicada a los valores de hemoglobina corpuscular media (HCM). El análisis mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de HCM según las distintas relaciones sangre–anticoagulante ($\chi^2 = 6,217$; gl = 3; p = 0,102), por lo que se conserva la hipótesis nula.

Desde el enfoque clínico, estos hallazgos indican que la cantidad promedio de hemoglobina por eritrocito permanece estable, aun cuando se modifique el volumen de sangre recolectado en tubos con EDTA. Esto sugiere que la HCM no se ve comprometida por variaciones preanalíticas moderadas, manteniendo su valor interpretativo para la evaluación de anemias y alteraciones hemoglobínicas.

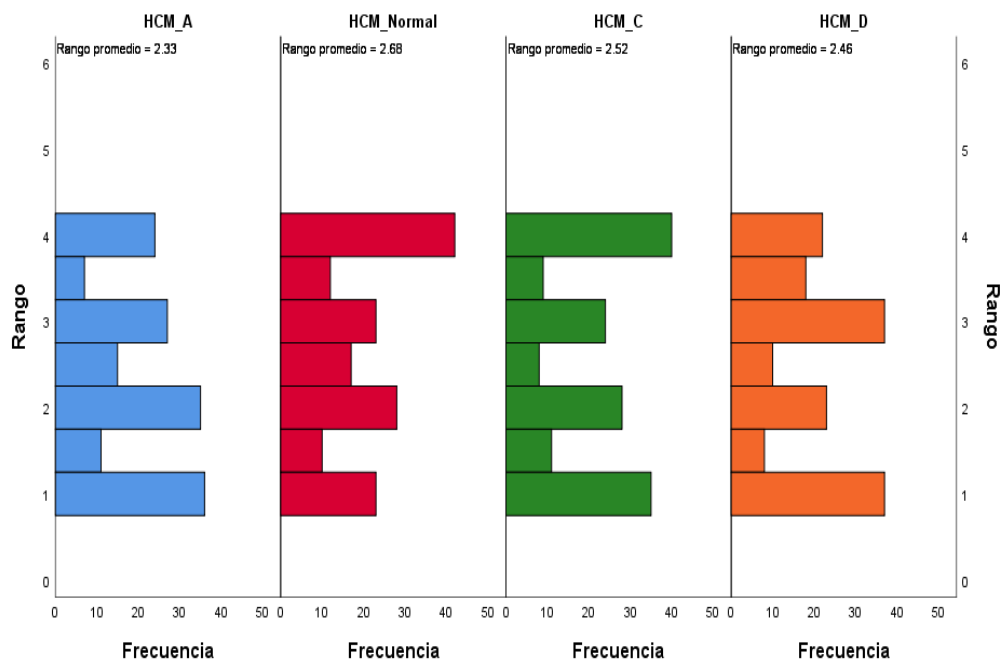


Figura 5. Distribución de rangos promedio de los valores de HCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 5 muestra una distribución homogénea de los valores de HCM entre los cuatro volúmenes evaluados. Esta representación gráfica es concordante con los resultados de la prueba de Friedman, confirmando la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Clínicamente, la estabilidad observada en los valores de HCM refuerza la idea de que este parámetro es poco sensible a variaciones en la relación sangre–anticoagulante, lo que aporta evidencia a favor de la robustez del índice frente a errores preanalíticos comunes en la práctica rutinaria, contribuyendo a una mayor seguridad en la interpretación diagnóstica de los índices eritrocitarios.

Tabla 11. Prueba de Friedman para los valores de CHCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,448	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	2,653 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,448

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

La Tabla 11 muestra que la prueba de Friedman no evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) entre las distintas variaciones de la relación sangre–anticoagulante (A = 4 mL, B = 3 mL, C = 2 mL y D = 1 mL), al obtenerse una significación asintótica de $p = 0,448$, superior al nivel de significación establecido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, se conserva la hipótesis nula, indicando que las distribuciones del CHCM son estadísticamente equivalentes entre las condiciones evaluadas.

Desde el punto de vista clínico, estos resultados sugieren que la variación del volumen de sangre en tubos con EDTA, dentro de los rangos analizados, no altera de manera relevante la CHCM, parámetro que refleja la concentración de hemoglobina dentro del eritrocito. Esto indica una adecuada estabilidad preanalítica de este índice eritrocitario frente a pequeñas desviaciones en la relación sangre–anticoagulante.

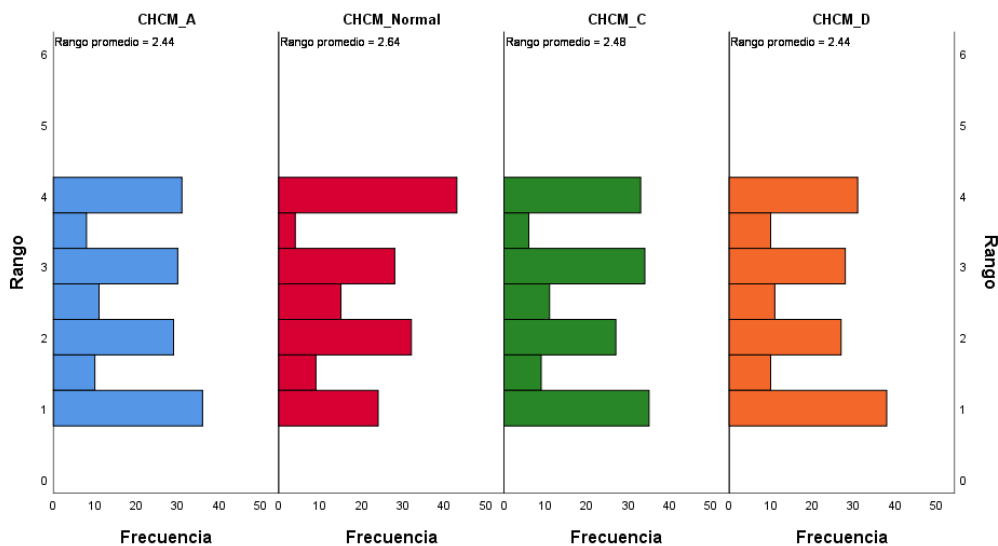


Figura 6. Distribución de rangos promedio de los valores de CHCM según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 6 complementa los hallazgos estadísticos al mostrar una distribución homogénea entre las cuatro variaciones evaluadas. Esta representación gráfica es concordante con los resultados de la prueba de Friedman, confirmando la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Clínicamente, esta homogeneidad visual confirma que la CHCM se mantiene estable pese a variaciones en el volumen de sangre recolectado, lo que respalda la robustez del parámetro frente a errores preanalíticos moderados y su confiabilidad para la interpretación hematológica en condiciones rutinarias de laboratorio.

Tabla 12. Prueba de Friedman para los valores de RDW-CV según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,448	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Los tratamientos corresponden a volúmenes de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA: A = 4 mL; B (Normal) = 3 mL; C = 2 mL; D = 1 mL. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	2,653 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,448

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

En la Tabla 12, la prueba de Friedman mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de RDW-CV entre los distintos volúmenes de sangre/anticoagulante evaluados ($\chi^2 = 2,653$; gl = 3; p = 0,448). En consecuencia, se conserva la hipótesis nula, indicando que las distribuciones de RDW-CV son comparables entre los cuatro tratamientos.

Desde el punto de vista clínico, estos resultados sugieren que la variación del volumen de sangre venosa recolectada en tubos con EDTA no influye de manera relevante en el RDW-CV, lo que respalda la estabilidad y confiabilidad de este parámetro hematológico independientemente del volumen utilizado dentro de los rangos evaluados.

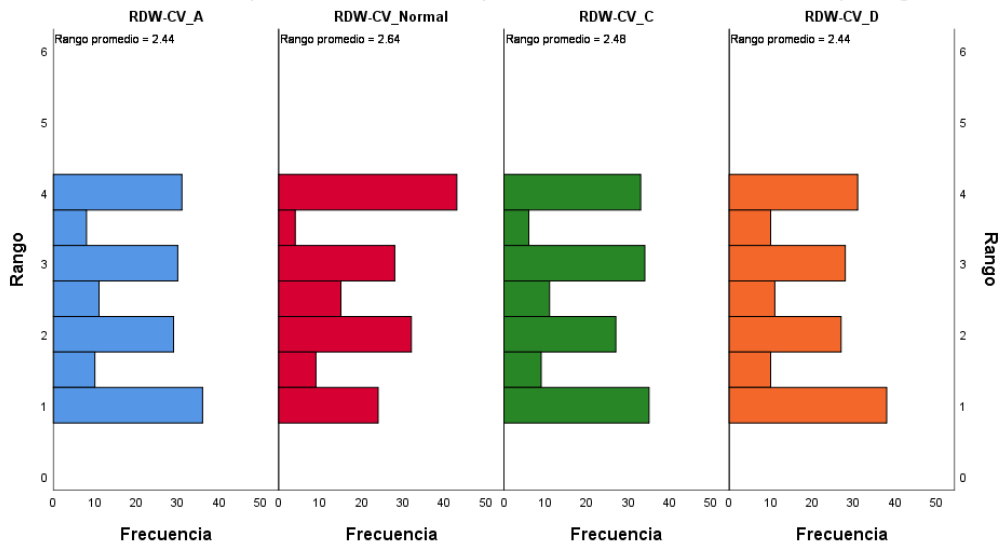


Figura 7. Distribución de rangos promedio de los valores de RDW-CV según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 7 muestra que las distribuciones de los valores de RDW-CV para las cuatro variaciones de sangre/anticoagulante (A, B normal, C y D) presentan rangos similares, sin diferencias evidentes en la dispersión entre grupos. Los rangos promedio son cercanos entre sí, lo que indica un comportamiento homogéneo del RDW-CV.

Desde el punto de vista clínico, la similitud en la distribución de los valores de RDW-CV sugiere que las variaciones en el volumen de sangre venosa y la relación sangre/anticoagulante no afectan de manera relevante la medición del RDW-CV. Por tanto, los resultados respaldan la estabilidad y confiabilidad de este parámetro hematológico bajo las condiciones analizadas, minimizando el riesgo de interpretaciones clínicas erróneas atribuibles a variaciones preanalíticas en el volumen de muestra.

Tabla 13. Distribución porcentual de las alteraciones morfológicas de la serie roja según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica. UPT–2025.

	A	B (Normal)	C	D
<u>Anisocitosis</u>				
Microcitosis	2,6	2,6	2,6	2,6
Sin alteración	97,4	97,4	97,4	97,4
<u>Cromia</u>				
Hipocromía	0,6	0,6	0,6	0,6
Hipocromia y Policromasia	0,6	0,6	0,6	0,6
Sin alteración	98,7	98,7	98,7	98,7
<u>Poiquilocitosis</u>				
Dianocitos	2,6	0,6		
Equinocitos			3,9	3,2
Alargamiento			46,4	4,5
Alargamiento - Equinocitos			43,8	84,1
Alargamiento - Equinocitos - Dianocitos			2,5	
Alargamiento - Equinocitos - Estomatocitos				0,6
Alargamiento – Equinocitos – Acantocitos – Dianocitos				7,5
Sin alteración	97,4	99,4	1,3	
<u>Distribución</u>				
Agregado	2,6			
Pseudoreouleaux	90,3			
Pseudorouleaux - Agregado	6,3			
Pseudorouleaux - Estomatocitos	0,6			
No uniforme			2,6	3,2
Sin alteración		100,0	97,4	96,8

Nota. Los valores se expresan en porcentajes (%). A, B, C y D corresponden a las diferentes variaciones sangre/anticoagulante evaluadas. Las alteraciones morfológicas de la serie roja fueron determinadas mediante observación microscópica en frotis sanguíneo

En la Tabla 13 se evidencia que las alteraciones morfológicas de la serie roja varían según la relación sangre/anticoagulante, lo que confirma un efecto preanalítico del volumen de EDTA sobre la morfología eritrocitaria. En términos estadísticos, la mayoría de las condiciones mantienen un alto porcentaje de eritrocitos sin alteración; sin embargo,

determinadas variaciones muestran incremento de formas anómalas específicas, particularmente en las condiciones C y D.

Desde el punto de vista clínico y fisiopatológico, el alargamiento eritrocitario observado principalmente en las condiciones con volumen reducido de sangre (C y, con mayor intensidad, D) puede explicarse por un exceso relativo de EDTA. El EDTA quela el calcio plasmático, alterando la estabilidad de la membrana eritrocitaria y el equilibrio iónico transmembrana, lo que favorece cambios en la forma discoide normal hacia configuraciones elongadas o irregulares. Este fenómeno es artificial y no refleja un proceso patológico real, sino una distorsión inducida por la condición preanalítica.

Asimismo, la presencia de combinaciones morfológicas (alargamiento asociado a equinocitos, dianocitos u otras formas) sugiere que la alteración osmótica y estructural de la membrana es progresiva conforme aumenta el desequilibrio sangre/EDTA. En contraste, la condición B (volumen normal) muestra una morfología predominantemente conservada, lo que respalda su adecuación para la evaluación hematológica.

En las condiciones con mayor volumen de sangre y menor proporción de anticoagulante (condición A), se observan fenómenos como pseudorouleaux o agregados eritrocitarios, atribuibles a una anticoagulación incompleta, mientras que en las condiciones de subllenado (C y D) predominan las alteraciones de forma por efecto químico del EDTA.

En conjunto, estos hallazgos confirman que las alteraciones morfológicas observadas, responden principalmente a factores preanalíticos dependientes del volumen, y no a alteraciones hematológicas intrínsecas, reforzando la necesidad de respetar la relación sangre/anticoagulante para garantizar una interpretación morfológica confiable.

Tabla 14. Prueba de Friedman para los valores de WBC según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,000	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Se presentan los valores de significancia asintótica calculados mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	
N total	155
Estadístico de prueba	49,466
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

En la Tabla 14, la prueba de Friedman evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de leucocitos (WBC) entre las variaciones de volumen de sangre/anticoagulante ($\chi^2 = 49,466$; $gl = 3$; $p < 0,001$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, indicando que al menos una de las condiciones evaluadas presenta una distribución distinta de los valores de WBC.

A nivel clínico, este resultado sugiere que los valores de WBC son sensibles a la variación del volumen de sangre en relación con el anticoagulante, lo cual puede generar modificaciones clínicamente relevantes en el recuento leucocitario. Por tanto, un manejo inadecuado de esta relación podría inducir errores en la interpretación clínica, especialmente en contextos diagnósticos de procesos infecciosos o inflamatorios.

Tabla 15. Comparaciones por pares de los valores de WBC según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
D - C	,129	,147	,880	,379	1,000
D – B (Normal)	,629	,147	4,289	,000	,000
D - A	,894	,147	6,093	,000	,000
C – B (Normal)	,500	,147	3,410	,001	,004
C - A	,765	,147	5,213	,000	,000
B (Normal) - A	,265	,147	1,804	,071	,428

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 15, las comparaciones múltiples mostraron diferencias estadísticamente significativas entre la condición normal (B) y las variaciones C y D (p ajustado < 0,05), así como entre A y C, y A y D. En contraste, no se evidenciaron diferencias significativas entre B (Normal) y A tras la corrección de Bonferroni (p ajustado = 0,428), ni entre C y D (p ajustado = 1,000).

Estos hallazgos indican que las desviaciones más marcadas en los valores de WBC se producen cuando el volumen de sangre se aleja considerablemente de la condición normal, mientras que variaciones menores pueden no generar cambios clínicamente relevantes. Esto refuerza la importancia de mantener condiciones preanalíticas estandarizadas para evitar sobreestimaciones o subestimaciones del recuento leucocitario.

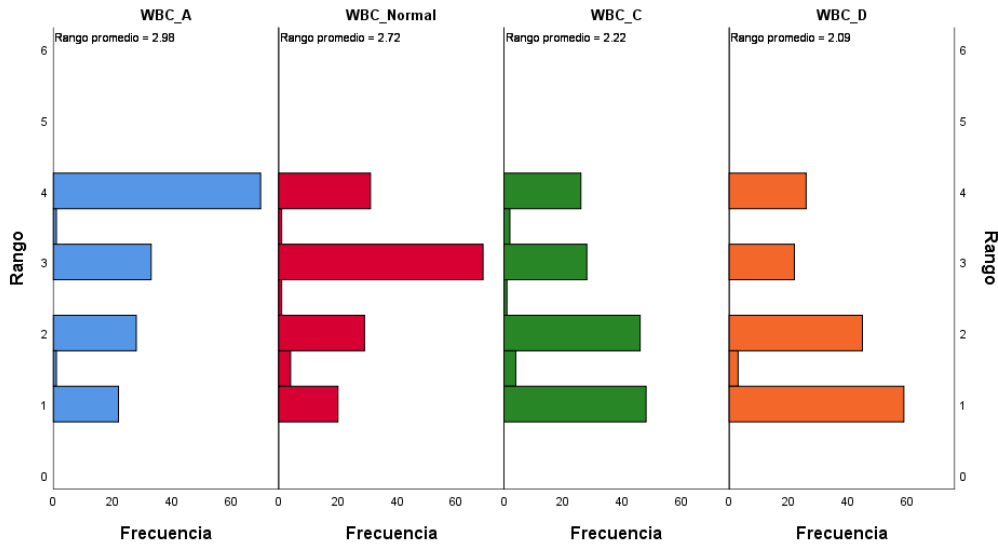


Figura 8. Distribución de rangos promedio de los valores de leucocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 8, la distribución de rangos promedio muestra diferencias visibles en la distribución, mediana y dispersión de los valores de WBC entre las distintas condiciones, concordando con los resultados significativos de la prueba de Friedman. Se observa una mayor variabilidad en algunas condiciones experimentales (variaciones C y D) respecto a la condición normal (B).

Desde el punto de vista clínico y preanalítico, esto indica que los volúmenes C y D pueden inducir alteraciones en el recuento leucocitario, lo que podría afectar la interpretación diagnóstica. En cambio, el volumen A es clínicamente comparable al volumen normal (B) y resulta adecuado para el análisis de WBC.

Tabla 16. Prueba de Friedman para los valores de neutrófilos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,411	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Se presentan los valores de significancia asintótica calculados mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	2,879 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,411

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

En la Tabla 16, la prueba de Friedman aplicada a los valores de neutrófilos (NEU) según la variación sangre/anticoagulante (A, B normal, C y D) no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($\chi^2 = 2,879$; $gl = 3$; $p = 0,411$). Dado que el valor de significancia es mayor que 0,05, se conserva la hipótesis nula, indicando que las distribuciones de NEU son comparables entre los distintos volúmenes evaluados. Por ello, no fue necesario realizar comparaciones post hoc.

Desde el punto de vista clínico, los resultados indican que las variaciones en el volumen de sangre o en la relación sangre/anticoagulante no afectan de manera significativa el recuento de neutrófilos. Esto sugiere que el parámetro NEU es estable y robusto frente a estas variaciones preanalíticas, manteniendo su confiabilidad diagnóstica en la práctica hematológica rutinaria, independientemente del volumen utilizado dentro de los rangos evaluados.

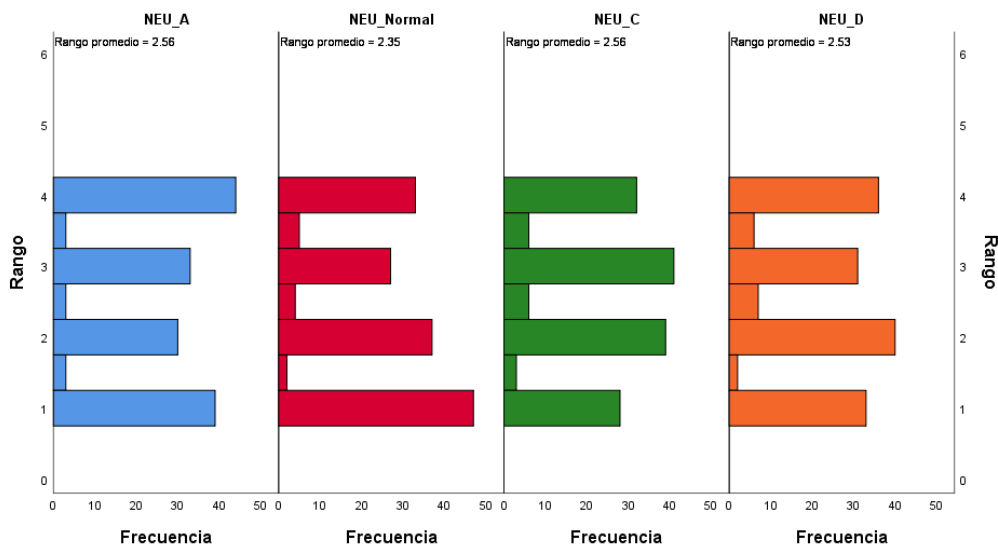


Figura 9. Distribución de rangos promedio de los valores de neutrófilos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 9 muestra la distribución de rangos promedio de los valores de neutrófilos (NEU) según las variaciones de volumen de sangre/anticoagulante (A, B normal, C y D). Visualmente, se observa que las medianas y los rangos intercuartílicos de los cuatro grupos presentan una distribución similar, con solapamiento importante entre las cajas y sin diferencias marcadas en la dispersión de los datos.

Esto sugiere que el recuento de neutrófilos es un parámetro hematológico estable y robusto frente a pequeñas variaciones preanalíticas en la relación sangre/anticoagulante, manteniendo su confiabilidad para la evaluación clínica, el diagnóstico y el seguimiento de procesos infecciosos e inflamatorios, incluso cuando existen ligeras desviaciones en el volumen de muestra.

Tabla 17. Prueba de Friedman para los valores de linfocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,256	Conserve la hipótesis nula.

Nota. Se presentan los valores de significancia asintótica calculados mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	4,053 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,256

a. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

En la Tabla 17, la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas no evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de linfocitos (LYM) al comparar los distintos volúmenes de sangre recolectados en tubos con EDTA (4 mL, 3 mL [Normal], 2 mL y 1 mL), obteniéndose un valor de $p = 0,256$, superior al nivel de significación establecido ($\alpha = 0,05$). Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, indicando que las distribuciones de LYM son estadísticamente equivalentes entre las condiciones evaluadas.

Desde el punto de vista clínico, este resultado sugiere que las variaciones en el volumen de sangre recolectada no afectan de manera significativa el recuento de linfocitos, evidenciando una adecuada estabilidad analítica de este parámetro frente a modificaciones moderadas de la relación sangre–anticoagulante.

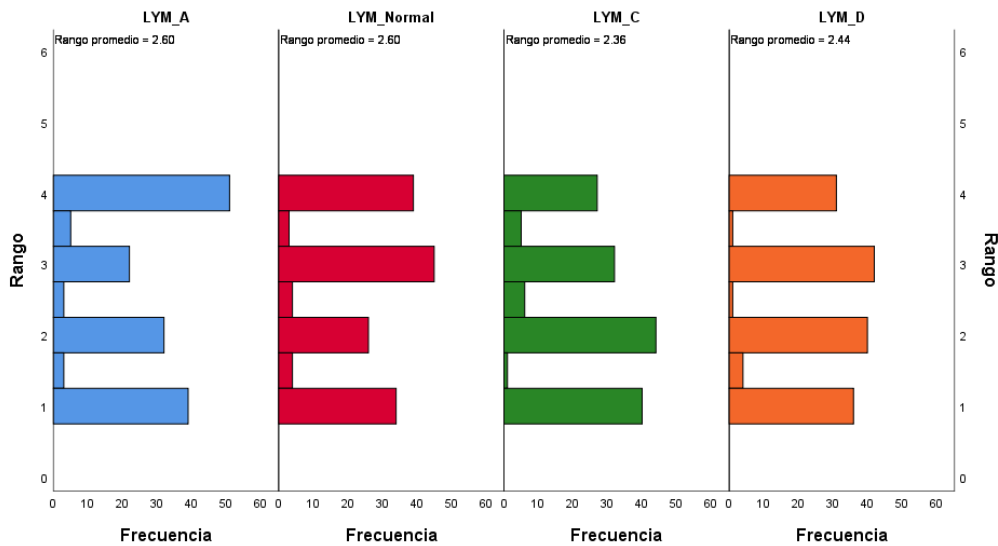


Figura 10. Distribución de rangos promedio de los valores de linfocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 10 muestra la distribución de los valores de linfocitos (LYM) según los volúmenes de sangre evaluados. Las medianas y los rangos intercuartílicos se observan similares entre las cuatro condiciones, sin variaciones marcadas en la dispersión, lo cual es concordante con el resultado no significativo de la prueba de Friedman ($p = 0,256$).

Clínicamente, la homogeneidad observada en la distribución de los valores de LYM refuerza que este parámetro no es sensible a las variaciones del volumen de sangre en tubos con EDTA, lo que disminuye el riesgo de error preanalítico en su interpretación y aporta confiabilidad diagnóstica en la práctica hematológica.

Tabla 18. Prueba de Friedman para los valores de monocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,001	Rechaza la hipótesis nula.

Nota. Se muestran los valores de significancia asintótica obtenidos mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	
N total	155
Estadístico de prueba	16,705
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,001

En la Tabla 18, la prueba de Friedman evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de monocitos entre las cuatro condiciones de volumen de sangre con EDTA ($\chi^2 = 16,705$; $gl = 3$; $p = 0,001$). Este resultado indica que al menos uno de los volúmenes evaluados genera una distribución distinta de monocitos respecto a los demás. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que la variación del volumen de sangre con EDTA influye significativamente en la medición de monocitos.

Desde el punto de vista clínico, este resultado sugiere que los monocitos son sensibles a cambios en la proporción sangre/EDTA, lo que puede afectar su cuantificación cuando no se utiliza el volumen estándar. Dado el rol de los monocitos en procesos inflamatorios, infecciosos y hematológicos crónicos, estas variaciones podrían conducir a interpretaciones clínicas erróneas si no se controla adecuadamente el volumen de muestra, especialmente en contextos diagnósticos donde pequeñas diferencias tienen relevancia clínica.

Tabla 19. Comparaciones por pares de los valores de monocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
A - C	-,271	,147	-1,848	,065	,388
A - D	-,358	,147	-2,442	,015	,088
A – B (Normal)	-,584	,147	-3,981	,000	,000
C - D	-,087	,147	-,594	,553	1,000
C – B (Normal)	,313	,147	2,134	,033	,197
D – B (Normal)	,226	,147	1,540	,124	,742

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 19, las comparaciones múltiples por pares, ajustadas mediante la corrección de Bonferroni, mostraron que la única diferencia estadísticamente significativa se presentó entre: A (4 mL) vs B (Normal, 3 mL) con un p ajustada = 0,000. Esto indica que el volumen estándar (3 mL de sangre) difiere significativamente del volumen sobredimensionado (4 mL) en la medición de monocitos. En contraste, no se observaron diferencias estadísticamente significativas una vez aplicada la corrección por comparaciones múltiples (p ajustadas > 0,05).

Clínicamente, estos resultados indican que el uso del volumen de sangre estándar de 3 mL (B) ofrece una medición de monocitos significativamente distinta y más estable frente a un volumen mayor (4 mL).

Aunque los volúmenes reducidos (2 mL y 1 mL) no mostraron diferencias estadísticamente significativas frente al volumen normal tras el ajuste, su uso debe interpretarse con cautela, ya que la prueba global (Tabla 19) confirma que la variación del volumen sí afecta la distribución general de monocitos. En escenarios clínicos específicos, como seguimiento de enfermedades inflamatorias o infecciosas, estas variaciones podrían adquirir relevancia.

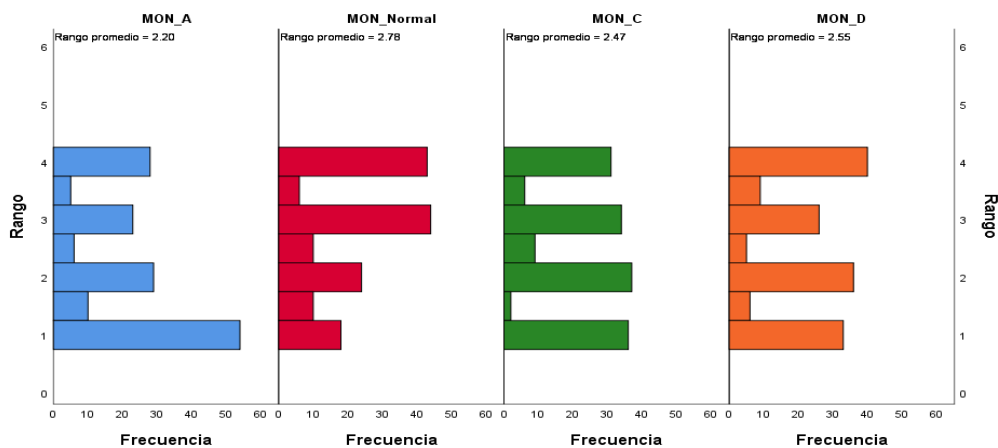


Figura 11. Distribución de rangos promedio de los valores de monocitos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 11 muestra que la distribución de los valores de monocitos varía entre las diferentes condiciones de volumen de EDTA. Visualmente, el tubo B (3 mL, volumen normal) presenta un rango promedio más elevado y una distribución más concentrada, mientras que los tubos A (4 mL), C (2 mL) y D (1 mL) evidencian desplazamientos sobre todo el grupo A (4 mL) que muestra el rango promedio más bajo. Estas diferencias gráficas son coherentes con los resultados globales de la prueba de Friedman y las comparaciones por pares reportadas en las Tablas 19 y 20, indicando que el volumen de muestra influye en la variabilidad de los monocitos.

Desde el punto de vista clínico, la figura sugiere que el volumen normal de EDTA (3 mL) permite una medición más estable de los monocitos, mientras que volúmenes mayores o menores generan mayor variabilidad. Aunque las diferencias observadas no necesariamente implican cambios patológicos, sí pueden introducir variaciones preanalíticas que afecten la interpretación clínica, especialmente en contextos donde los monocitos son relevantes para la evaluación de procesos inflamatorios o infecciosos. Por ello, la estandarización del volumen de muestra resulta clave para asegurar resultados hematológicos confiables.

Tabla 20. Prueba de Friedman para los valores de eosinófilos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,022	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Se muestran los valores de significancia asintótica obtenidos mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	9,604
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,022

En la Tabla 20, la prueba de Friedman evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de eosinófilos entre las variaciones de volumen de sangre con EDTA ($\chi^2 = 9,604$; $gl = 3$; $p = 0,022$). Este resultado indica que, en conjunto, al menos una de las condiciones experimentales (A, B, C o D) presenta una distribución distinta de eosinófilos, rechazándose la hipótesis nula de igualdad entre los volúmenes evaluados.

Desde el punto de vista clínico, el hallazgo sugiere que la variación en el volumen de sangre recolectada con EDTA puede influir en la cuantificación de eosinófilos. Aunque las diferencias globales son significativas, estas podrían reflejar variaciones preanalíticas más que cambios reales en el estado hematológico del paciente, lo que resalta la importancia de estandarizar el volumen de muestra para asegurar resultados clínicamente confiables.

Tabla 21. Comparaciones por pares de los valores de eosinófilos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
A - D	-,342	,147	-2,332	,020	,118
A - C	-,361	,147	-2,464	,014	,083
A – B (Normal)	-,368	,147	-2,508	,012	,073
D - C	,019	,147	,132	,895	1,000
D – B (Normal)	,026	,147	,176	,860	1,000
C – B (Normal)	,006	,147	,044	,965	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 21, las comparaciones por pares muestran que, antes del ajuste, las diferencias entre A (4 mL) y B (3 mL), A y C (2 mL), y A y D (1 mL) presentan valores de significancia $< 0,05$. Sin embargo, tras la corrección de Bonferroni, ninguna comparación mantiene significancia estadística (p ajustada $> 0,05$). Esto indica que las diferencias detectadas en el análisis global no se concentran de manera consistente entre pares específicos.

Clínicamente, estos resultados sugieren que, aunque el volumen de 4 mL tiende a mostrar ligeras variaciones frente a los volúmenes menores, dichas diferencias no son lo suficientemente robustas como para considerarse clínicamente relevantes tras el control del error por comparaciones múltiples. Por tanto, las variaciones observadas no justificarían cambios en la interpretación clínica de los eosinófilos de manera aislada.

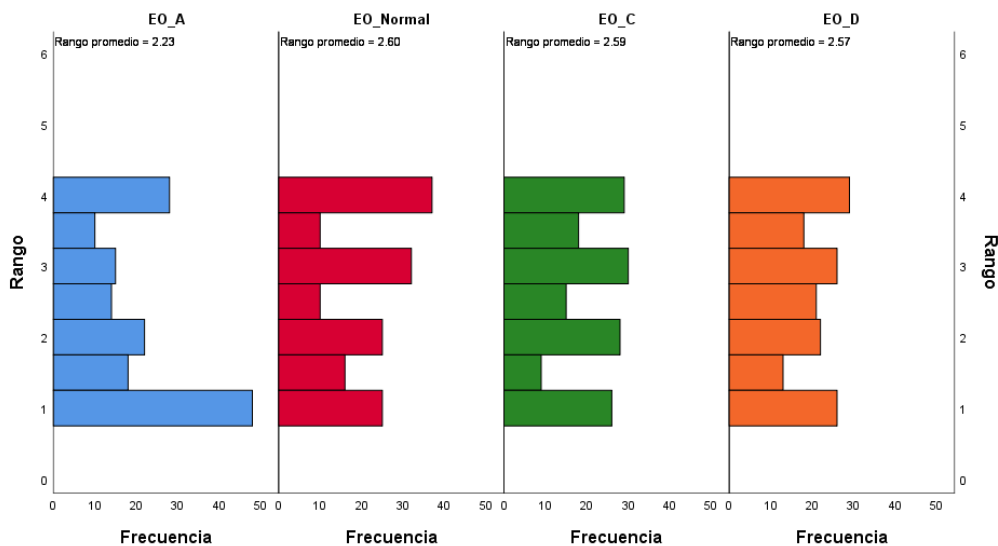


Figura 12. Distribución de rangos promedio de los valores de eosinófilos según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 12, la distribución de rangos promedio muestra una distribución relativamente similar de los valores de eosinófilos entre las cuatro condiciones, con ligeros desplazamientos particularmente en la muestra A (4 mL) respecto a B (3 mL). Esta visualización respalda el resultado de la prueba de Friedman (Tabla 21), al evidenciar variabilidad global, pero también concuerda con la Tabla 22 al no observarse separaciones marcadas entre grupos específicos.

Desde el enfoque clínico, la superposición de los rangos intercuartílicos indica que las diferencias entre volúmenes de sangre con EDTA no generan cambios clínicamente sustanciales en los valores de eosinófilos. Esto sugiere que, aunque el volumen óptimo (3 mL) ofrece mayor estabilidad analítica, volúmenes menores o mayores no alteran de forma relevante la interpretación clínica del recuento eosinofílico.

Tabla 22. Distribución porcentual de las alteraciones cualitativas de la serie blanca observadas en láminas según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica, UPT – 2025.

	A	B (Normal)	C	D
<u>Alteraciones de membrana</u>				
Leucocitos con membrana no definida				1,9
Sin alteración	100,0	100,0	100,0	98,1
<u>Fragilidad leucocitaria</u>				
Presente	19,4		27,1	39,3
Sin alteración	80,6	100,0	72,9	60,6
<u>Vacuolización</u>				
Presente	12,3		15,4	27,7
Sin alteración	87,7	100,0	84,5	72,3

Nota. Los valores se expresan en porcentajes (%). A, B, C y D corresponden a las diferentes variaciones sangre/anticoagulante evaluadas. Las alteraciones cualitativas de la serie blanca fueron determinadas mediante observación microscópica de láminas sanguíneas.

La Tabla 22 muestra una distribución diferencial de alteraciones morfológicas leucocitarias entre las condiciones A, B (Normal), C y D. La condición B (3 mL, volumen estándar) presentó 100 % de leucocitos sin alteraciones en todas las categorías evaluadas, evidenciando estabilidad morfológica y confirmando su adecuación preanalítica.

En contraste, las condiciones con desviaciones del volumen óptimo evidenciaron un incremento progresivo de alteraciones, especialmente en las categorías de fragilidad leucocitaria y vacuolización, con mayor frecuencia en la condición D (1 mL), seguida de C (2 mL) y A (4 mL).

La presencia de leucocitos con membrana no definida se observó únicamente en la condición D, lo que sugiere que el exceso relativo de EDTA genera un efecto desestabilizador

sobre la membrana celular. El EDTA, al quelar calcio, interfiere con la integridad de las proteínas de adhesión y del citoesqueleto, produciendo contornos celulares difusos y artefactos morfológicos.

La fragilidad leucocitaria mostró un gradiente ascendente desde la condición A hasta D, siendo máxima en D. Este hallazgo puede explicarse por un estrés químico preanalítico, donde el exceso de EDTA altera los mecanismos de estabilización de la membrana leucocitaria, observándose ruptura y favoreciendo la liberación de gránulos citoplasmáticos. Clínicamente, este fenómeno no refleja activación inflamatoria real, sino un artefacto inducido por la relación sangre–anticoagulante inadecuado.

La vacuolización leucocitaria fue más frecuente en las condiciones C y D, lo que se asocia a cambios osmóticos y degenerativos inducidos por el desequilibrio anticoagulante. El exceso relativo de EDTA puede provocar alteraciones del equilibrio hídrico intracelular, generando vacuolas citoplasmáticas que simulan procesos infecciosos o tóxicos, pero que en este contexto corresponden a cambios preanalíticos.

En conjunto, los resultados indican que las alteraciones observadas en la serie blanca no corresponden a patología clínica, sino a artefactos morfológicos secundarios a una relación sangre/EDTA inadecuada.

Tabla 23. Prueba de Friedman para los valores de plaquetas según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,000	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Se muestran los valores de significancia asintótica obtenidos mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	29,235
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

En la Tabla 23, la prueba de Friedman mostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de plaquetas entre las variaciones de volumen de sangre con EDTA (A = 4 mL, B = 3 mL [normal], C = 2 mL y D = 1 mL), con un valor de significancia $p = 0,000$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula, indicando que al menos uno de los volúmenes evaluados presenta una distribución distinta de plaquetas respecto a los demás.

Desde el punto de vista clínico, los resultados evidencian que la variación en el volumen de sangre recolectado en tubos con EDTA influye significativamente en el recuento plaquetario. Esto sugiere que volúmenes no estándar, especialmente menores al recomendado, pueden alterar la relación sangre/anticoagulante y generar resultados no representativos, lo que podría afectar la interpretación clínica y la toma de decisiones diagnósticas. Por ello, se refuerza la importancia de respetar el volumen normal (3 mL) para garantizar resultados confiables.

Tabla 24. Comparaciones por pares de los valores de plaquetas según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
D - C	,271	,147	1,848	,065	,388
D – B (Normal)	,565	,147	3,849	,000	,001
D - A	,726	,147	4,949	,000	,000
C – B (Normal)	,294	,147	2,002	,045	,272
C - A	,455	,147	3,102	,002	,012
B (Normal) - A	,161	,147	1,100	,271	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

La Tabla 24 muestra que, tras la corrección de Bonferroni, existen diferencias estadísticamente significativas principalmente entre la relación D (1 mL) frente a B (normal) y A (4 mL), así como entre C y A. En contraste, no se evidencian diferencias significativas entre B (normal) y A, ni entre C y B, lo que indica que las variaciones extremas en la relación sangre/EDTA son las que generan mayor impacto en el recuento plaquetario.

Clínicamente, estos resultados sugieren que las relaciones con menor volumen de sangre (especialmente D) alteran de forma relevante el conteo plaquetario, probablemente por efecto del exceso relativo de EDTA. En cambio, la relación normal (B) muestra un comportamiento más estable y comparable con volúmenes cercanos, reforzando su confiabilidad para el análisis hematológico rutinario.

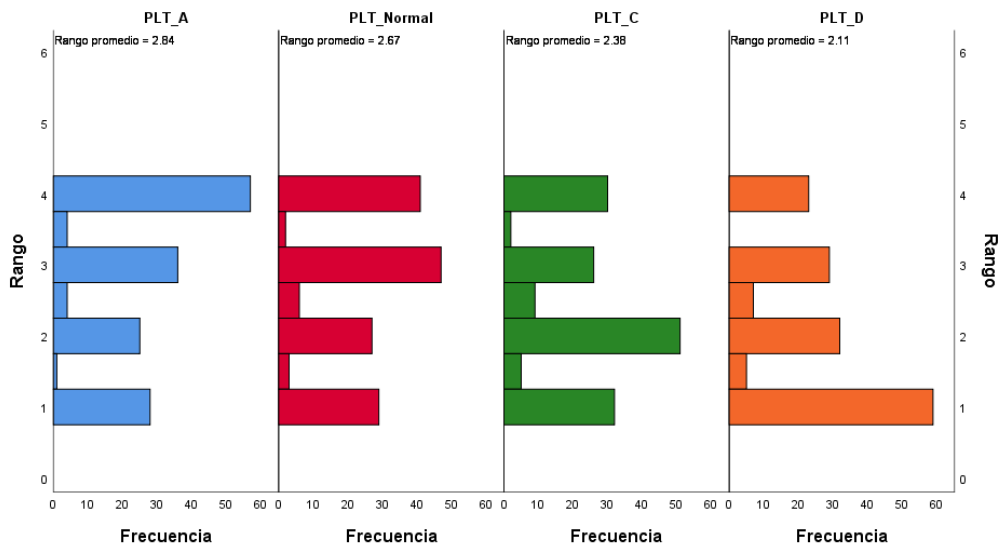


Figura 13. Distribución de rangos promedio de los valores de plaquetas según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

La Figura 13 respalda visualmente los resultados de las Tablas 25 y 26, mostrando diferencias en la distribución de los valores de plaquetas entre las distintas relaciones sangre/anticoagulante. Se observa una mayor variabilidad y desplazamiento de los valores en las relaciones extremas, especialmente en D, mientras que B presenta una distribución más homogénea.

Desde la perspectiva clínica, el diagrama de cajas evidencia que la relación sangre/EDTA normal ofrece mayor estabilidad y menor dispersión de los valores plaquetarios, reduciendo el riesgo de errores diagnósticos. Las relaciones no estándar, sobre todo con bajo volumen de sangre, pueden inducir variaciones artificiales que afecten la toma de decisiones clínicas, subrayando la importancia del control preanalítico en la fase de obtención de la muestra.

Tabla 25. Prueba de Friedman para los valores del volumen plaquetario medio según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,000	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Se muestran los valores de significancia asintótica obtenidos mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	18,379
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

En la Tabla 25, la prueba de Friedman evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores del volumen plaquetario medio según la variación sangre/anticoagulante ($\chi^2 = 18,379$; $gl = 3$; $p < 0,001$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que al menos una de las condiciones de volumen de sangre produce una variación significativa del VPM respecto a las demás. Este resultado justifica la aplicación del análisis post hoc para identificar entre qué pares se presentan dichas diferencias.

Desde el punto de vista clínico, este hallazgo indica que el VPM no es estable frente a variaciones en la relación sangre/EDTA, por lo que un llenado inadecuado del tubo puede modificar este parámetro y generar interpretaciones erróneas del tamaño plaquetario, especialmente en contextos donde el VPM es utilizado como marcador inflamatorio o trombótico.

Tabla 26. Comparaciones por pares de los valores del volumen plaquetario medio según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
D - A	,232	,147	1,584	,113	,679
D - C	,239	,147	1,628	,104	,621
D – B (Normal)	,574	,147	3,915	,000	,001
A - C	-,006	,147	-,044	,965	1,000
A – B (Normal)	-,342	,147	-2,332	,020	,118
C – B (Normal)	,335	,147	2,288	,022	,133

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 26, el análisis post hoc con corrección de Bonferroni mostró que la única diferencia estadísticamente significativa se presentó entre la condición D (1 mL) y B (3 mL, normal) (p ajustado = 0,001). Las demás comparaciones no alcanzaron significancia estadística tras la corrección, lo que indica una similitud relativa entre esas condiciones.

Clínicamente, estos resultados sugieren que la subdosificación extrema de sangre (1 mL) altera el VPM de manera relevante frente a la condición estándar, mientras que las variaciones intermedias (2 y 4 mL) no generan cambios clínicamente importantes. Esto refuerza que el llenado insuficiente severo del tubo es el principal factor preanalítico que compromete la confiabilidad del VPM.

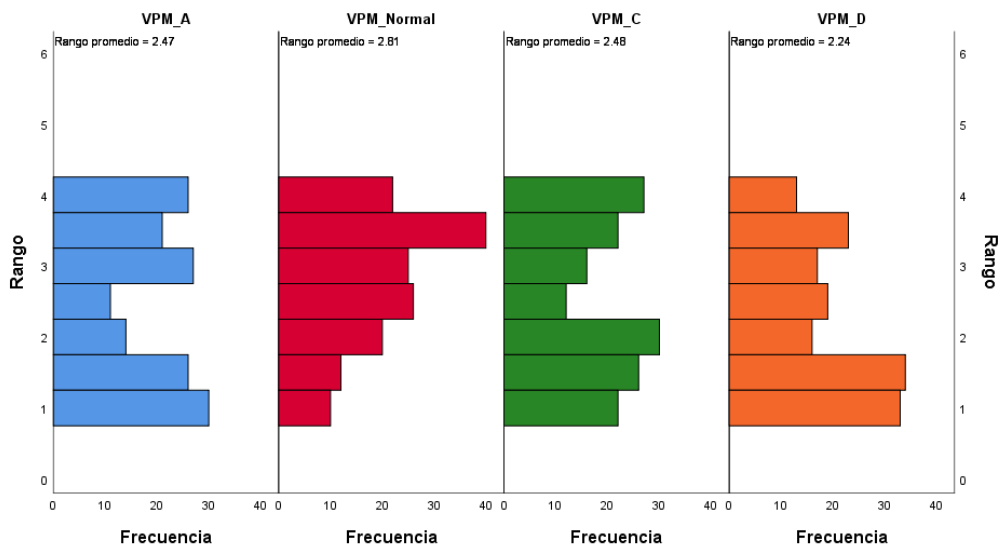


Figura 14. Distribución de rangos promedio de los valores del volumen plaquetario medio según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 14, la distribución de rangos promedio muestra una variación en la distribución y en los rangos promedio del VPM entre las distintas condiciones, destacando a la muestra B (3 mL) con valores más homogéneos y rangos promedio superiores, mientras que la condición D (1 mL) presenta mayor dispersión y desplazamiento de la mediana. Este comportamiento gráfico es concordante con los resultados estadísticos obtenidos en las Tablas 27 y 28.

Desde la perspectiva clínica, la figura evidencia que la condición normal (3 mL) ofrece mayor estabilidad y reproducibilidad del VPM, mientras que la reducción excesiva del volumen sanguíneo incrementa la variabilidad del parámetro. Esto puede inducir a sobreestimación o subestimación del tamaño plaquetario, afectando la toma de decisiones clínicas basadas en este índice.

Tabla 27. Prueba de Friedman para los valores de plaquetocrito según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de volúmenes de sangre A, B (Normal), C y D son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,004	Rechace la hipótesis nula.

Nota. Se muestran los valores de significancia asintótica obtenidos mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

N total	155
Estadístico de prueba	13,068
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,004

En la Tabla 27, la prueba de Friedman evidenció diferencias estadísticamente significativas en los valores de plaquetocrito según la variación de la relación sangre/anticoagulante ($\chi^2 = 13,068$; $gl = 3$; $p = 0,004$). Este resultado indica que al menos una de las condiciones evaluadas (A = 4 mL, B = 3 mL normal, C = 2 mL y D = 1 mL) presenta una distribución de PCT distinta, lo que justifica la realización de comparaciones post hoc.

Desde el punto de vista clínico, el hallazgo sugiere que el plaquetocrito es sensible a variaciones en el volumen de sangre respecto al EDTA, lo que podría afectar la estimación global de la masa plaquetaria cuando no se respeta la proporción adecuada.

Tabla 28. Comparaciones por pares de los valores de plaquetocrito según variación sangre/anticoagulante (corrección Bonferroni), UPT – 2025.

Comparaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
D – C	,277	,147	1,892	,059	,351
D – A	,387	,147	2,640	,008	,050
D – B (Normal)	,419	,147	2,860	,004	,025
C – A	,110	,147	,748	,455	1,000
C – B (Normal)	,142	,147	,968	,333	1,000
A – B (Normal)	-,032	,147	-,220	,826	1,000

Nota. Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05. a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En la Tabla 28, el análisis post hoc con corrección de Bonferroni mostró diferencias estadísticamente significativas únicamente entre la condición D (1 mL) y B (Normal, 3 mL) (p ajustada = 0,025). Las demás comparaciones por pares no alcanzaron significancia estadística tras el ajuste (p ajustada > 0,05), incluyendo aquellas entre A, B y C.

Clínicamente, estos resultados indican que el volumen reducido de 1 mL genera una alteración relevante del PCT en comparación con el volumen recomendado. En contraste, las variaciones moderadas (4 mL y 2 mL) no producen cambios clínicamente significativos, lo que refuerza la estabilidad del PCT cuando se mantiene una relación cercana a la estándar.

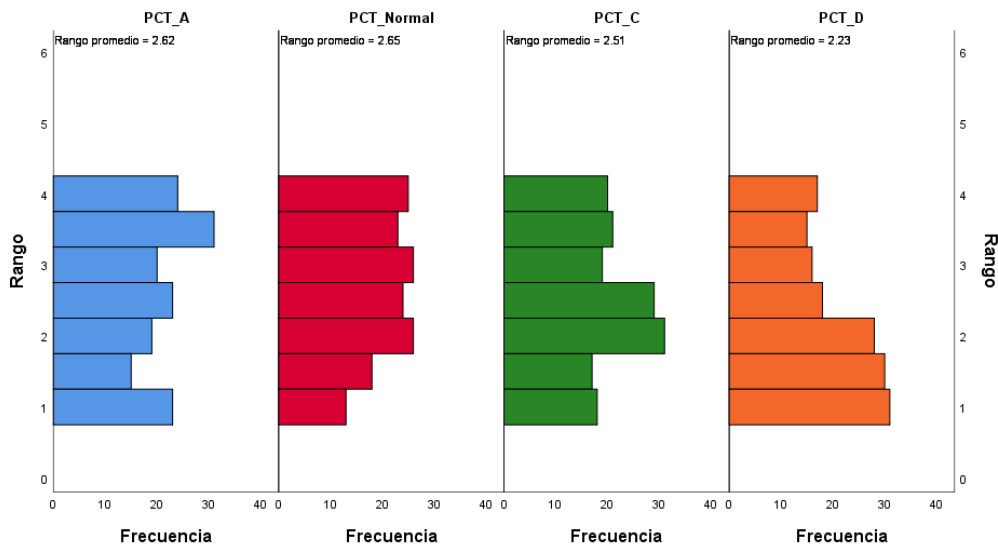


Figura 15. Distribución de rangos promedio de los valores del plaquetocrito según variación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

En la Figura 15, la distribución de rangos promedio muestra una mayor dispersión y una tendencia a valores inferiores del PCT en la condición D (1 mL), mientras que las condiciones A, B (Normal) y C presentan distribuciones más homogéneas, con medianas cercanas entre sí. Esta representación gráfica es consistente con los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas.

Desde una perspectiva clínica, la figura evidencia que la subdosificación de sangre en el tubo con EDTA puede inducir variaciones en el PCT que no reflejan el estado real del paciente. La similitud visual entre A, B y C respalda que estas relaciones conservan una medición confiable del plaquetocrito, siendo la condición normal la más recomendable para evitar sesgos preanalíticos.

Tabla 29. Distribución porcentual de las alteraciones cualitativas de la serie plaquetaria observadas en láminas según variación sangre/anticoagulante en estudiantes de Tecnología Médica. UPT - 2025

	A	B (Normal)	C	D
<u>Macroplaquetas</u>				
Presente	14,2	1,3	90,4	94,1
Sin alteración	85,8	98,7	9,7	5,8
<u>Agregado plaquetario</u>				
Presente	97,5	0,6	2,6	1,9
Sin alteración	2,6	99,4	97,4	98,1
<u>Degranulación de plaquetas</u>				
Presente	14,2	0,6	33,5	87,7
Sin alteración	85,8	99,4	66,5	12,3

Nota. Los valores se expresan en porcentajes (%). A, B, C y D corresponden a las diferentes variaciones sangre/anticoagulante evaluadas. Las alteraciones cualitativas de la serie plaquetaria fueron determinadas mediante observación microscópica de láminas sanguíneas.

La Tabla 29 muestra una distribución porcentual claramente diferenciada de las alteraciones cualitativas plaquetarias según la variación de la relación sangre/anticoagulante (A = 4 mL, B = 3 mL normal, C = 2 mL y D = 1 mL). La condición B (Normal) concentra los mayores porcentajes de láminas sin alteraciones, mientras que las condiciones C y D presentan incrementos marcados de macroplaquetas y degranulación plaquetaria, y la condición A evidencia principalmente agregado plaquetario.

En las condiciones con exceso de EDTA (C = 2 mL y, principalmente, D = 1 mL), se evidenció una mayor alteración plaquetaria, caracterizada por degranulación progresiva, siendo más marcada en la condición D, seguida de C. Este efecto se atribuye a la quelación

excesiva de calcio por el EDTA, lo que desorganiza el citoesqueleto plaquetario (actina-miosina), altera la estabilidad de la membrana y provoca cambios morfológicos artificiales.

Estas alteraciones incluyen la pérdida de la forma discoide, hinchamiento irregular y proyecciones citoplasmáticas, favoreciendo la aparición de plaquetas grandes y heterogéneas (macroplaquetas aisladas), que pueden no ser correctamente reconocidas por el analizador hematológico, contribuyendo a valores disminuidos de VPM.

Por otro lado, en la condición A (4 mL), donde existe relativa deficiencia de EDTA, se observó una mayor presencia de agregados plaquetarios, lo que sugiere una anticoagulación insuficiente que permite activación plaquetaria parcial y adhesión interplaquetaria. Aunque la degranulación fue menor que en D y C, el estrés preanalítico asociado a esta condición favoreció la formación de agregados.

En conjunto, los resultados evidencian que tanto el exceso como la deficiencia de EDTA alteran la integridad plaquetaria, manifestándose como degranulación predominante en D y C, y agregación plaquetaria más evidente en A, confirmando la importancia de respetar la relación óptima sangre-anticoagulante para una adecuada evaluación plaquetaria.

Tabla 30. *Análisis descriptivo comparativo integrador del impacto de la variación sangre/anticoagulante en las alteraciones morfológicas observadas en las series roja, blanca y plaquetaria, UPT – 2025.*

Serie	Parámetros estables	Parámetros alterados	Método(s) que producen la alteración	Sensibilidad general
Serie Roja	VCM, HCM, CHCM, RDW	RBC, HTC, HB	A y D (según parámetro)	Moderada
Serie Blanca	NEU, LYM, BASO	WBC, MON (EO con tendencia)	C y D (WBC); A (MON)	Moderada–alta
Serie Plaquetaria	—	PLT, VPM, PCT	Método D (principal), C (moderado)	Muy alta

La Tabla 30 corresponde a un análisis descriptivo comparativo integrador, elaborado a partir de los resultados estadísticos inferenciales (pruebas no paramétricas) y de la evaluación morfológica microscópica desarrollados a lo largo del estudio. Desde el punto de vista estadístico, la tabla resume los parámetros que mostraron estabilidad y aquellos que evidenciaron alteraciones significativas o tendencias, de acuerdo con los análisis previos (principalmente pruebas de Friedman y comparaciones post hoc), permitiendo identificar qué condiciones preanalíticas generan mayor impacto sobre cada serie hematológica.

En este sentido, la serie roja presentó una sensibilidad moderada, con alteraciones principalmente en RBC, HCT y HB, especialmente en las condiciones A y D, mientras que índices como VCM, HCM, CHCM y RDW se mantuvieron relativamente estables.

La serie blanca evidenció una sensibilidad moderada a alta, destacando cambios en el recuento leucocitario total (WBC) y en algunos subtipos celulares, principalmente en las condiciones C y D, lo que sugiere que los desequilibrios en la proporción sangre–EDTA afectan la integridad celular y la estabilidad de la membrana leucocitaria.

Por su parte, la serie plaquetaria mostró la mayor sensibilidad preanalítica, con alteraciones consistentes en PLT, VPM y PCT, especialmente en la condición D y, en menor grado, en la condición C. Estos hallazgos confirman que las plaquetas son particularmente susceptibles a variaciones en la concentración de EDTA, lo que se traduce en cambios morfológicos y en interferencias analíticas que afectan la medición automatizada.

Desde una perspectiva clínica, los resultados integrados en la Tabla 30 responden directamente al objetivo de determinar el impacto de la relación sangre–anticoagulante sobre los parámetros hematológicos, demostrando que las desviaciones del volumen estándar (condición B) generan alteraciones de magnitud variable según la serie evaluada. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la importancia del control estricto de la fase preanalítica, ya que una relación inadecuada sangre–EDTA puede comprometer la confiabilidad de los resultados hematológicos y, potencialmente, la interpretación clínica.

Tabla 31. Análisis descriptivo comparativo de las alteraciones morfológicas observadas en las series roja, blanca y plaquetaria según la variación de la relación sangre/anticoagulante, UPT – 2025.

Método	Serie Roja	Serie Blanca	Serie Plaquetaria	Nivel de Alteración
A	Pseudorouleaux	Normal	Agregados y degranulación	Leve
B	Normal	Normal	Normal	Normal
C	Equinocitos y acantocitos	Vacuolización	Macroplaquetas, agregados y degranulación	Moderada
D	Alargamiento y equinocitos	Normal	Macroplaquetas, degranulación. (cambios cuantitativos)	Alta

La Tabla 31 presenta un análisis descriptivo comparativo de las alteraciones morfológicas observadas en las series roja, blanca y plaquetaria según la variación de la relación sangre/anticoagulante. Este análisis integra los hallazgos microscópicos con los resultados cuantitativos previamente obtenidos, permitiendo valorar el impacto preanalítico de cada condición.

La condición B (3 mL, relación estándar) mostró conservación morfológica en las tres series hematológicas, sin alteraciones relevantes, lo que confirma que esta proporción garantiza estabilidad celular y representa el punto de referencia adecuado para la interpretación hematológica.

En la condición A (4 mL) se evidenciaron alteraciones leves, caracterizadas por la presencia de *pseudorouleaux* en la serie roja y fenómenos de agregación y degranulación

plaquetaria. Estos hallazgos sugieren que el déficit relativo de EDTA favorece la activación celular y la interacción plaqueta–plaqueta, generando cambios morfológicos sin un impacto cuantitativo severo.

La condición C (2 mL) presentó alteraciones de grado moderado, con equinocitos y acantocitos en la serie roja, vacuolización en la serie blanca y presencia de macroplaquetas, agregados y degranulación en la serie plaquetaria. Estos cambios reflejan un exceso moderado de EDTA, capaz de inducir modificaciones estructurales de membrana y del citoesqueleto celular.

Finalmente, la condición D (1 mL) mostró el mayor nivel de alteración, predominando el alargamiento y equinocitosis en la serie roja, junto con macroplaquetas y marcada degranulación plaquetaria, además de los cambios cuantitativos. Clínicamente, este patrón evidencia que el exceso marcado de EDTA produce efectos preanalíticos significativos, alterando la morfología celular y comprometiendo la confiabilidad de los parámetros hematológicos, especialmente en la serie plaquetaria.

En conjunto, los resultados confirman que el impacto de la relación sangre–anticoagulante es dependiente del volumen, con una afectación mínima en la condición estándar, moderada en desviaciones intermedias y máxima cuando el volumen de sangre es insuficiente, reforzando la importancia del control preanalítico para garantizar resultados hematológicos válidos y reproducibles.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evidenció que las variaciones en la relación sangre–anticoagulante (EDTA) influyen de manera significativa en algunos valores de los parámetros hematológicos evaluados. Este hallazgo confirma que la fase preanalítica constituye un factor crítico en el laboratorio clínico, en concordancia con lo reportado en la literatura, donde se señala que una relación inadecuada entre el volumen de sangre y la cantidad de anticoagulante puede provocar alteraciones analíticas.

Los resultados obtenidos en los parámetros de hemoglobina presentaron diferencias estadísticamente significativas, entre los volúmenes de 4mL (14.04 g/dL) y 3mL (14.14 g/dL), así como entre 4mL (14.04 g/dL) y 1mL (14.11 g/dL), de igual modo en los valores de hematocrito se mostró diferencias significativas entre los volúmenes de 4mL (40.52 %) y 1mL (40.74 %), según el análisis post hoc con corrección de Bonferroni (p ajustado $< 0,05$). No obstante, es importante señalar que, aunque estadísticamente significativas, las variaciones observadas fueron numéricamente pequeñas, lo que sugiere un impacto limitado desde el punto de vista clínico. Estos resultados difieren de lo reportado por Syuhada et al. (24), quienes observaron variaciones leves sin significancia estadística, (1 mL (14,29 g/dL) 2 mL (14,18 g/dL) y 3 mL (14,20 g/dL), así como de lo descrito por Dayalan et al. (20), Lippi et al. (10) y Ramdhani et al. (21), quienes no encontraron diferencias significativas en los niveles de hemoglobina al evaluar distintos volúmenes de llenado. En relación con el hematocrito, Chukwurah et al. (15), al analizar diferentes concentraciones de EDTA manteniendo constante el volumen sanguíneo, tampoco reportaron cambios estadísticamente significativos, pese a observar variaciones numéricas (6%: 36 ± 1.4 ; 8%: 43 ± 1.4 ; 10%: 44 ± 1.4 ; 12%: 40 ± 1.4 ; 14%: 37 ± 1.4). Sin embargo, Mosleh A. et al. (23), sí evidenció un incremento del hematocrito al comparar volúmenes de 0,5 mL ($41,9 \pm 0,35$), 1 mL ($39,9 \pm 0,34$) y 2 mL ($39,6 \pm 0,34$). Lo que sugiere que las discrepancias observadas podrían estar relacionadas con diferencias metodológicas y con las condiciones preanalíticas evaluadas en cada estudio.

Por otro lado, el recuento de eritrocitos presentó valores promedio muy similares entre las diferentes relaciones sangre–anticoagulante evaluadas: 4.46 ± 0.4 en la relación 4 mL, 4.45 ± 0.5 en 3 mL, 4.46 ± 0.4 en 2 mL y 4.48 ± 0.4 en 1 mL, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$). De manera similar, las constantes corpusculares (VCM, HCM y CHCM) mantuvieron medias comparables entre los grupos estudiados, lo que indica que la variación del volumen de llenado no generó alteraciones relevantes en estos parámetros eritrocitarios. Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Marsudi L. et al. (22). y Ramdhani R. et al. (21), quienes tampoco reportaron variaciones significativas en el recuento eritrocitario ni en las constantes corpusculares ante cambios en la proporción sangre–EDTA. Sin embargo, Lippi G. et al. (10), et al. reportaron un incremento progresivo del VCM y la HCM conforme disminuía el volumen de muestra (VCM: 90.1 ± 0.8 en 100%, 90.4 ± 3.8 en 67%, 91.3 ± 3.8 en 33%, 93.4 ± 3.8 en 17% y 95.4 ± 4.0 en 7%; HCM: 29.3 ± 1.6 en 100%, 29.4 ± 1.7 en 67%, 29.4 ± 1.6 en 33%, 29.6 ± 1.7 en 17% y 29.6 ± 1.6 en 7%), acompañado de una disminución de la CHCM (32.5 ± 0.8 en 100%, 32.5 ± 0.9 en 67%, 32.1 ± 0.8 en 33%, 31.7 ± 1.1 en 17% y 31.0 ± 0.9 en 7%). De igual modo, Mosleh A. et al. (23), evidenció variación significativa del VCM al comparar volúmenes de 0,5 mL ($89,1 \pm 0,66$) frente a 2 mL ($86,6 \pm 0,63$). Las diferencias observadas entre dichos estudios y los resultados del presente trabajo podrían atribuirse a variaciones metodológicas, tales como el tamaño muestral, las condiciones de almacenamiento o el grado de subllenado evaluado, factores que pueden influir en la estabilidad volumétrica eritrocitaria.

En el análisis morfológico de la serie roja se observaron alteraciones asociadas a las variaciones en el volumen de llenado de los tubos con EDTA. En las muestras correspondientes a 2 mL y 1 mL se evidenció poiquilocitosis, lo que sugiere que el subllenado del tubo puede generar artefactos preanalíticos que afectan la forma eritrocitaria. Asimismo, en las muestras de 4 mL se observó una distribución en pseudorouleaux, lo cual podría estar relacionado con una alteración en la proporción sangre–anticoagulante.

En cuanto al recuento de leucocitos (WBC), el análisis post hoc con corrección de Bonferroni evidenció diferencias estadísticamente significativas entre el volumen normal de 3 mL (6.84 ± 1.71) y las variaciones de 2 mL (6.77 ± 1.70) y 1 mL (6.74 ± 1.71), así como entre 4 mL (6.77 ± 0.70) y 2 mL, y entre 4 mL y 1 mL (p ajustado $< 0,05$), lo que indica que

variaciones más marcadas en el volumen de llenado influyen en este parámetro. No obstante, no se observaron diferencias significativas entre los volúmenes de 3 mL y 4 mL (p ajustado = 0,428), ni entre 2 mL y 1 mL (p ajustado = 1,000), lo que sugiere que cambios leves o similares en el volumen no generan un impacto significativo en el recuento leucocitario. Si bien las diferencias alcanzaron significancia estadística, las variaciones numéricas observadas fueron discretas, por lo que su repercusión clínica podría considerarse limitada. En contraste, Dayalan et al. (20), no reportaron diferencias significativas en el WBC al comparar 1 mL (8.40) y 3 mL (8.52), con un valor $p = 0.76$, lo que evidencia estabilidad del parámetro ante variaciones moderadas del volumen de llenado. En relación con los monocitos, el análisis post hoc con corrección de Bonferroni evidenció una diferencia estadísticamente significativa únicamente entre el volumen de 4 mL (5.4 ± 1.5) y el volumen normal de 3 mL (5.6 ± 1.4) (p ajustado = 0,000). De manera similar, Dayalan et al. (20), no encontró variación significativa en este parámetro al comparar 1 mL (7.3) y 3 mL (7.4), con un valor $p = 0.77$. En conjunto, estos hallazgos sugieren que, aunque pueden observarse diferencias estadísticas ante cambios en el volumen de llenado, la magnitud de dichas variaciones es reducida y podría estar influenciada por factores preanalíticos, más que por un efecto biológico significativo. Asimismo, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los recuentos de neutrófilos, linfocitos y eosinófilos entre los distintos volúmenes evaluados ($p > 0,05$), lo que indica estabilidad del diferencial leucocitario frente a variaciones en la relación sangre-EDTA. Estos resultados concuerdan con lo reportado por el autor previamente citado, quien tampoco observó alteraciones significativas en dichas subpoblaciones celulares.

Respecto a la morfología de la serie blanca, se identificaron alteraciones celulares asociadas a las variaciones en el volumen de llenado de los tubos con EDTA. En algunas muestras correspondientes a 1 mL se observó membrana celular no definida, mientras que en los volúmenes de 4 mL, 2 mL y 1 mL se evidenció fragilidad leucocitaria y vacuolización, cambios que corresponden a artefactos preanalíticos y no a procesos patológicos.

En relación con el recuento total de plaquetas, los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas principalmente entre el volumen de 1 mL (264.9 ± 60.4) y el volumen normal (3 mL: 267.8 ± 61.9), así como con el volumen de 4 mL (268.6 ± 64.4),

además de diferencias entre los volúmenes de 2 mL (265.2 ± 59.4) y 4 mL, tras la corrección de Bonferroni. En contraste, no se observaron diferencias significativas entre el volumen normal (3 mL) y 4 mL, ni entre 2 mL y 3 mL, lo que indica que las variaciones extremas en la relación sangre–EDTA son las que generan mayor impacto en el recuento plaquetario. No obstante, la magnitud de las diferencias observadas fue reducida, por lo que su relevancia clínica podría considerarse limitada. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Lippi et al. (10), quienes observaron una disminución progresiva del recuento plaquetario a medida que disminuía el volumen de llenado (274 ± 61 en 100%, 276 ± 60 en 67%, 269 ± 60 en 33%, 263 ± 59 en 17% y 258 ± 57 en 7%). De manera similar, Marsudi et al. (22) reportaron valores de $353,40 \pm 64,08$ en 3 mL, $345,90 \pm 65,27$ en 2 mL y $336,70 \pm 70,26$ en 1 mL, evidenciando una tendencia descendente conforme aumentaba el grado de subllenado. Estos resultados respaldan que el subllenado de tubos con EDTA puede alterar significativamente el recuento de plaquetas, mientras que volúmenes cercanos al estándar mantienen resultados más estables y confiables.

En el volumen plaquetario medio (VPM), el presente estudio evidenció una diferencia estadísticamente significativa únicamente entre el volumen de 1 mL (9.61 ± 1.2 fL) y el volumen normal de 3 mL (9.67 ± 1.2 fL) (p ajustado = 0,001). No obstante, la magnitud de esta diferencia fue mínima, lo que sugiere que, aunque el subllenado extremo puede generar variaciones estadísticas, su impacto clínico podría ser limitado. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Dayalan et al. (20), (8.83 en 1mL y 8.69 en 3mL) con un valor $p = 0.52$., quienes señalaron que las plaquetas y sus índices son particularmente sensibles a variaciones marcadas en la relación sangre–EDTA, especialmente en condiciones de subllenado. No obstante, otros estudios como los de Lippi et al. (10) y Ramdhani et al. (21) no evidenciaron cambios estadísticamente significativos en los índices plaquetarios cuando se utilizaron volúmenes cercanos al estándar, lo que coincide con la estabilidad observada en las variaciones intermedias del presente estudio. Respecto al plaquetocrito (PCT), los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas únicamente entre el volumen de 1 mL (0.252 ± 0.04) y el volumen normal de 3 mL (0.255 ± 0.04) p ajustado = 0,025, evidenciando que los volúmenes marcadamente reducidos de sangre alteran este parámetro. Si bien la mayoría de los estudios revisados no analizan el PCT de manera específica, investigaciones como las de Marsudi et al. (20) y Chukwurah et al. (15) reportan que el exceso relativo de

EDTA puede afectar parámetros plaquetarios globales, lo que respalda los hallazgos del presente estudio. La ausencia de diferencias en volúmenes cercanos al estándar refuerza la estabilidad del PCT cuando se mantiene una relación sangre–anticoagulante adecuado.

Finalmente, el análisis cualitativo de la morfología plaquetaria mostró que la condición normal (3 mL) presentó el mayor porcentaje de láminas sin alteraciones, mientras que los volúmenes reducidos (2 mL y 1 mL) evidenciaron incremento de macroplaquetas y degranulación, siendo más marcado en 1 mL. En contraste, el volumen de 4 mL mostró mayor presencia de agregados plaquetarios, lo que sugiere anticoagulación insuficiente. Estos hallazgos confirman que tanto el exceso como la deficiencia de EDTA alteran la integridad plaquetaria, generando artefactos preanalíticos.

CONCLUSIONES

1. La población estuvo conformada principalmente por estudiantes jóvenes (18 a 23 años), con ligera predominancia femenina, lo que permitió atribuir las variaciones en los parámetros hematológicos principalmente a la relación sangre/anticoagulante, fortaleciendo la consistencia de los resultados del estudio.
2. La serie roja mostró una sensibilidad moderada a la variación de la relación sangre–anticoagulante, evidenciándose diferencias significativas en hemoglobina y hematocrito, especialmente en condiciones de sobrellenado y subllenado. El recuento eritrocitario presentó solo variaciones globales, mientras que los índices eritrocitarios se mantuvieron estables. A nivel morfológico, se observaron alteraciones artificiales, predominando el pseudorouleaux en el sobrellenado y el alargamiento eritrocitario con presencia de equinocitos en el déficit de llenado, lo que confirma un efecto preanalítico del anticoagulante más que un proceso patológico.
3. La serie blanca presentó una sensibilidad moderada a alta frente a la variación de la relación sangre–anticoagulante, evidenciándose diferencias significativas en el recuento leucocitario total y en los monocitos, especialmente en condiciones de subllenado, mientras que neutrófilos y linfocitos se mantuvieron estables. A nivel morfológico, las alteraciones más frecuentes fueron la fragilidad leucocitaria y la presencia de vacuolas, observándose con mayor intensidad en las muestras subllenadas, lo que confirma un efecto preanalítico asociado al desequilibrio sangre–anticoagulante.
4. La serie plaquetaria fue la más afectada por las variaciones de la relación sangre–anticoagulante. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en el recuento plaquetario, el volumen plaquetario medio y el plaquetocrito, principalmente en condiciones de subllenado, donde el exceso relativo de EDTA indujo alteraciones cuantitativas y morfológicas evidentes. Entre estas alteraciones se identificaron agregación plaquetaria, degranulación y cambios en el tamaño celular, lo que confirma la alta sensibilidad preanalítica de esta serie y establece al subllenado del tubo como el principal factor de error analítico en la evaluación plaquetaria.

5. La relación sangre–anticoagulante ejerce un impacto significativo sobre los parámetros hematológicos en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna. Los análisis estadísticos demostraron que las desviaciones del volumen estándar recomendado generan alteraciones cuantitativas y morfológicas de magnitud variable según la serie hematológica, siendo la serie plaquetaria la más sensible a los errores preanalíticos, seguida de la serie blanca, mientras que la serie roja presentó una sensibilidad moderada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reforzar el cumplimiento estricto de la relación sangre–anticoagulante establecido para tubos con EDTA durante la fase preanalítica, priorizando el llenado hasta el volumen estándar recomendado, a fin de garantizar la estabilidad celular y la confiabilidad de los parámetros hematológicos
2. En la interpretación de los parámetros de la serie roja y blanca, se recomienda considerar la influencia de la fase preanalítica, especialmente cuando se detecten alteraciones en hemoglobina, hematocrito o recuento leucocitario total que no se correlacionen con el contexto clínico del paciente, a fin de evitar diagnósticos erróneos derivados de una relación sangre–anticoagulante inadecuado.
3. Se recomienda complementar el análisis hematológico automatizado con la evaluación morfológica microscópica del frotis sanguíneo, especialmente cuando exista sospecha de alteraciones inducidas por el anticoagulante, ya que esta práctica permite identificar cambios artificiales y diferenciar errores preanalíticos de verdaderas alteraciones hematológicas.
4. Se recomienda prestar especial atención a la serie plaquetaria durante el procesamiento de muestras con volúmenes inadecuados, debido a su alta sensibilidad a las variaciones de la relación sangre–EDTA, considerando la posibilidad de repetir la toma de muestra cuando se evidencien alteraciones sugestivas de error preanalítico, como agregación o degranulación plaquetaria.
5. Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el tamaño muestral e incluir poblaciones con diferentes características clínicas, con el fin de profundizar en el impacto de estas variables sobre los parámetros hematológicos y fortalecer la evidencia científica en el área.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto nacional de salud. Manual de procedimientos de laboratorio en técnicas básicas de hematología. 2005 [citado en 2024].
2. Riba VCJ, Pessini PGS, Chagas CS, Neves DS, Gascón TM, Fonseca FLA, et al. Interference of blood storage containing K2EDTA and K3EDTA anticoagulants in the automated analysis of the hemogram. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*; 2020 [citado en 2024];29;56.
3. Acosta Valero RE, Lino Villacreses WA, Valero Cedeño NJ. Gestión de las muestras biológicas en el laboratorio clínico y las consecuencias de los errores preanalíticos. *Polo del Conocimiento: Revista científico – profesional*. 2023 [citado en 2024]; 8:1912-53.
4. Iqbal MS, Tabassum A, Arbaeen AF, Qasem AH, Elshemi AG, Almasmoum H. Preanalytical Errors in a Hematology Laboratory: An Experience from a Tertiary Care Center. *Diagnostics (Basel)*. 2023 [citado en 2024]; 13(4):591.
5. Coronado Y., Carballo M. et al. Importancia de la fase preanalítica en el laboratorio clínico de la atención primaria de salud. *REMIJ*. 2014 [citado en 2024]; 15(1):3-21.
6. Kaushanky K, Lichtman MA, Prchal JT, Levi MM, et al. *Williams Hematology*. 9^oed. EE.UU.: Mc Graw Hill. 2016
7. Goedelmann CJ, Benavidez C, Durando MC, Garcia RV, Cid MPG, et al. Influencia de los anticoagulantes EDTAK2 y EDTAK3 en los resultados del hemograma. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 2018 [citado en 2024];52(3):323-30.
8. England JM, Rowan RM, van Assendelft OW, Bull BS, Coulter W, Fujimoto K, et al. Recommendations of the International Council for Standardization in Haematology for Ethylenediaminetetraacetic Acid Anticoagulation of Blood for Blood Cell Counting and Sizing: International Council for Standardization in Haematology: Expert Panel on Cytometry. *American Journal of Clinical Pathology*. 1993 [citado en 2024]; 100(4):371–2.
9. NCCLS. *Tubes and Additives for Venous Blood Specimen Collection; Approved Standard-Fifth Edition*. 2003 [citado en 2024].
10. Lippi G, Dima F, Tosi M, Carpenè G, Celegon G, Favalaro EJ, et al. Incomplete filling of spray-dried K2EDTA evacuated blood tubes: impact on measuring routine

- hematological parameters on Sysmex XN-10. *Diagnosis*. 2023 [citado en 2024]; 10(4):440-5.
11. Campuzano G. La clínica y el laboratorio Interpretación del hemograma automatizado: claves para una mejor utilización de la prueba. *Med Lab*. 2013 [citado en 2024]; 19:11-68.
 12. WHO. Use of anticoagulants in diagnostic laboratory investigations. 2002 [citado en 2024] Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/65957/?sequence=1>
 13. Muñoz A. Los biobancos en la era “ómica”: derivados hemáticos. 2015 [citado en 2024]
 14. Contreras F. Manual de hematología. 2019 [citado en 2024]
 15. Felix CE, Obeagu Emmanuel Ifeanyi, Ilesanmi Olubasay. Assessment of Some Haematological Parameters Using Varying Concentrations of EDTA. *IJMSTR*. 2019 [citado en 2024]; 2(2):47-52
 16. Borai A, Ichihara K, Bahijri S, Almasoud A, Tamimi W, Abdulhadi W, et al. Establishment of reference intervals for hematological parameters of adult population in the western region of Saudi Arabia. *PLOS ONE*. 2023 [citado en 2024]; 18(2):e0281494-4.
 17. Torres M. Interpretación clínica del hemograma. *Revista Médica Clínica las Condes*. 2015 [citado en 2024]; 26(6):713-25.
 18. Chhabra G. Automated hematology analyzers: Recent trends and applications. *J Lab Physicians*. 2018 [citado en 2024]; 10(1):15-16.
 19. Jaramillo PE, Zapata J, Mesa YC, Ochoa M, Arévalo KL. Comparación de parámetros hematológicos y morfología celular en muestras de sangre con EDTA K2 y EDTA K3. *Medicina y Laboratorio*. 2020 [citado en 2024]; 24(2):131-40.
 20. Dayalan S, Subbarayan D, Radha RN, Raghavan V, Mohandas S. Underfilled K2EDTA Vacutainer on Automated Haematological Blood Cell Indices to Reject or Reconsider? *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*. 2020 [citado en 2024]; 14(3):18-20.
 21. Ramdhani R, Fajri IN, Atfal B. Variación del volumen de muestras de sangre en tubos vacutainer con EDTA para análisis de sangre completo. *Politeknik*. 2019 [citado 2024]; 3(2):80-86.

22. Marsudi LO, Wahid R, Mawardani MT, Utami RA. The Effect of K3EDTA Blood Volume Variation on Complete Blood Count Results. *Formosa Journal of Science and Technology*. 2024 [citado en 2024]; 3(8):1749-1760.
23. Mosleh A, Moslehi A, et al. Evolution of the cell blood count (CBC) parameters in the constant K2EDTA concentration with different blood volumes: a randomized study. *Ijopmr*. 2018 [citado en 2024]
24. Syuhada S, Izzuddin A, Agustin F. PERBANDINGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA SAMPEL DARAH 3 ml, 2 ml, DAN 1 ml DENGAN ANTIKOAGULAN K2EDTA DI UTD RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 2021 [citado en 2024]; 8(2).
25. Bain BJ, Bates I, Laffan MA, Lewis SM, *Practical Haematology*. London: Churchill Livingstone Elsevier. 2011 [citado en 2024]
26. Rivadeneyra E, Galan R, Zamora I. *Guía de laboratorio de hematología*. Universidad Veracruzana. 2020 [citado en 2024]
27. Patiño G, Rojas E, Viamonte S, Cancho S. *Guía de procedimiento asistencias: Examen de hemograma completo automatizado*. 2022 [citado en 2024].
28. Rodriguez M. *Manual de procedimientos para toma de muestras para las unidades tomadoras de muestra de la Diresa Callao*. [citado en 2024].
29. Retamales E. *Recomendaciones para la etapa pre analítica, analítica y post analítica en las prestaciones de coagulación*. Instituto de salud publica de Chile. 2014 [citado en 2024].
30. Erhobor O, Muhammad HA, Muhammad K, Onwuchekwa C, Egenti NB. Interpretation of full blood count parameters in health and disease. *Haematology International Journal*. 2021 [citado en 2024]; 5(1).
31. Instituto nacional de salud. *Procedimientos de laboratorio*. Ministerio de Salud. 2013 [citado en 2024]
32. Cela E, Huerta J. *Hematología práctica: interpretación del hemograma y de las pruebas de coagulación*. *AEPap* 2018 [citado en 2024];3:507-526.
33. Gomes R. *Hemograma: Cómo hacer e interpretar*. 2° ed. Brasil: Amolca. 2019
34. Priego G, Urias EG. Ancho de distribución eritrocitaria como factor pronóstico en sepsis. *Revmeduas* 2019 [citado en 2024];9(2).

35. Alcaíno H, Pozo J, Pavez M, Toledo H. Ancho de distribución eritrocitaria como potencial biomarcador clínico en enfermedades cardiovasculares. *Revista médica de Chile*. 2016 [citado en 2024]; 144(5):634-42.
36. Chiara C. La amplitud de distribución eritrocitaria RDW según severidad de pacientes con sepsis hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos médico quirúrgica del HNERM octubre – diciembre 2013. Universidad Ricardo Palma. 2015 [citado en 2024]
37. Tamang T, Baral S, Paing MP. Classification of White Blood Cells: A Comprehensive Study Using Transfer Learning Based on Convolutional Neural Networks. *Diagnostics*. 2022 [citado en 2024]
38. Becker K. A. Interpretación del hemograma. *Revista chilena de pediatría*. 2001 [citado en 2024]; 72(5):460-5
39. Melo Valls M, Carrillo T. Interpretación del hemograma y pruebas de coagulación. *Pediatr Integral*. 2012. [citado en 2024];16(5):413.
40. Riverea J, Palma-Barqueros V, Vicente V, Lozano ML. Pruebas de laboratorio para el estudio de la función plaquetaria y diagnóstico de los trastornos plaquetarios congénitos. IV Curso educacional de la ISTH - bloque 2 plaquetas. 2018 [citado en 2024]; 22:238-251.
41. Cabrera HB. Enfoque del paciente con trombocitopenia. XVII Curso de actualización en Medicina Interna. 2016 [citado en 2024]
42. Lopez-Santiago N. Pruebas de coagulación. *Acta Pediatr Mex*. 2016 [citado en 2024]; 37(4):241-245.
43. Reyes JL. Recuento plaquetario y sus índices en casos con diagnóstico de Leucemia Mieloide Crónica (LMC), durante agosto 2013 – mayo 2014, laboratorio hematología general. Instituto nacional de enfermedades neoplásicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2015 [citado en 2024]
44. Ustundag Y, Polat M., Huysal K. The use of platelet indices, plateletcrit, mean platelet volume and platelet distribution width in emergency non-traumatic abdominal surgery: a systematic review. *Biochemia Medica* 2016 [citado en 2024]; 26(2): 178–93.
45. Pogorzelska K., et al. Characteristics of platelet indices and their prognostic significance in selected medical condition – a systematic review. *Advances in Medical Sciences*. 2020 [citado en 2024]; 65: 310-315.

46. Saquicela J. Clasificación morfológica eritrocitaria y anemias causadas por parasitismo gastrointestinal en caninos. Cuenca: Universidad Politécnica Salsiana; 2019 [citado en 2024].
47. Campuzano G. Utilidad clínica del extendido de sangre periférica: los eritrocitos. *Medicina & Laboratorio*. 2008 [citado en 2024]; 14 (7-8): 311-357.
48. Retamales E. Recomendaciones para la interpretación del frotis sanguíneo del subprograma de morfología sanguínea. Santiago: Instituto de Salud Pública de Chile; 2013 [citado en 2024].
49. Retamales E. Recomendaciones para la interpretación del hemograma: serie blanca, roja y plaquetaria. Santiago: Instituto de Salud Pública de Chile; 2023 [citado en 2024].
50. Mejía M., Alzate M. Clasificación automática de formas patológicas de eritrocitos humanos. *Rev Ing*. 2016 [citado en 2024]; 21(1): 31-48.
51. Ventimiglia F., et al. Valor diagnóstico de la morfología eritrocitaria en las anemias. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. 2017 [citado en 2024]; 51(3): 379-386.
52. Ambuludí D. Hematocrito, hemoglobina, índices eritrocitarios y su relación con la edad en pacientes del hospital general de la ciudad de Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2020 [citado en 2024].
53. Soler G., Peña K., Forrellat M. Anemias hemolíticas hereditarias por defectos en la membrana de los eritrocitos. *Revista Cubana de Hematología*. 2020 [citado en 2024]; 36(2): 2-19.
54. Mejía M., Alzate M., Rodríguez V. Clasificación automática de glóbulos rojos en frotis de sangre periférica. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2016 [citado en 2024]; 48(3): 311-319.
55. Grinspan S. El estudio del frotis de sangre periférica. *Revista Médica Hondureña*. 1985 [citado en 2024]; 53(4): 282-290.
56. Boldú L., Molina A. Importancia de la detección de formas eritrocitarias anómalas en el diagnóstico desde el laboratorio clínico. *Ed. Cont. Lab. Clin*. 2020 [citado en 2024]; 47: 98-114.
57. Garnica M. Estandarización para la valoración morfológica del FSP propuesta por el ICSH. *Rev CSV*. 2015 [citado en 2024]; 7(S-1): 51-59.

58. Rojas E., Magaña C., Herrera M. ¿Los neutrófilos como células de defensa? Inmunobiología y fisiopatología en las enfermedades infecciosas respiratorias humanas. *Neumol Cir Torax*. 2023 [citado en 2024]; 82(3): 162-173.
59. Saiz L., et al. Detección de inclusiones citoplasmáticas gigantes en un paciente pediátrico con infecciones recurrentes: a propósito de un caso. *Adv Lab Med*. 2024 [citado en 2024]; 5(2): 226–230.
60. Campuzano M. Utilidad del extendido de sangre periférica las plaquetas. *Medicina & Laboratorio*. 2008 [citado en 2024]; 14(11-12): 511-531.
61. Morales M., Moreno A., Mejía. M., Bustamante Y. Pseudotrombocitopenia EDTA-dependiente: Rol del laboratorio clínico en la detección y el correcto conteo plaquetario. *RFM*. 2001 [citado en 2024]; 24(1): 55-61.
62. Reyes I., Ávila J., Villacrés L. Pseudotrombocitopenia inducida por ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). *Rev Hematol Mex*. 2019 [citado en 2024]; 20(2): 142–145.
63. Alves dos Santos E. Factores asociados al sobrepeso y obesidad en estudiantes de nivel secundaria de la Institución Educativa Señor de la Vida. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán; 2020 [citado en 2024].
64. Mindray. BC-5150 Hematology Analyzer. 2024 [citado en 2024].
65. Hernández L. Avances y aplicación clínica de la citometría hemática automatizada. *Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. 2013 [citado en 2024]; 29(1): 24-39.
66. Pérez J., Cruz S., Ramírez R., Rodríguez J. Fundamentos de Citometría de flujo: Su aplicación diagnóstica en la investigación biomédica y clínica. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*. 2018 [citado en 2024]; 18(2): 41-52.
67. Ochoa C. Diseño y análisis en investigación. 1ra ed. Madrid: IMC; 2019 [citado en 2024].
68. Ramos C. Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*. 2020 [citado en 2024]; 9(3): 1-6.
69. Arispe C., et al. La investigación científica: Una aproximación para los estudios de posgrado. 1ra ed. Ecuador: Editorial Universidad Internacional de Ecuador; 2020 [citado en 2024].

70. Haro A., et al. Tipos y clasificación de las investigaciones. *Redilat*. 2024 [citado en 2024]; 5(2): 956–966.
71. Hernández R., Fernández C., Baptista M. *Metodología de la investigación*. 6ta ed. México: Editorial McGraw-Hill; 2014 [citado en 2024].
72. Arias J., et al. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Rev Alerg Méx*. 2016 [citado en 2024]; 63(2): 201-206.
73. Otzen S., Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*. 2017 [citado en 2024]; 35(1): 227-232.
74. Gonzales G., Olavegoya P. Fisiopatología de la anemia durante el embarazo: ¿anemia o hemodilución? *Rev Peru Ginecol Obstet*. 2019 [citado en 2025]; 65(4): 489 – 502.
75. Helmer P., et al. Avoidable Blood Loss in Critical Care and Patient Blood Management: Scoping Review of Diagnostic Blood Loss. *J. Clin. Med*. 2022 [citado en 2025]; 11:320.
76. Loayza E. El fichaje de investigación como estrategia para la formación de competencias investigativas. *Educare et Comunicare*. 2021 [citado en 2024]; 9(1): 67-77.
77. Gil C. Utilización de muestras biológicas de origen humano con fines de investigación. *Revista de Bioética y Derecho*. 2012 [citado en 2024]; (25):19-32.

ANEXOS

Anexo 01: Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIÓN

Título del estudio	Impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025
Investigador principal	1. Bach. Mishell Andrea Ancco Suaña 2. Bach. Alexis Esteban Ticona Ramos
Asesor	Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas

Objetivo y propósito del estudio:

Estimado participante, el presente estudio tiene por objetivo determinar el impacto que tiene la relación sangre - anticoagulante sobre los parámetros hematológicos de los estudiantes de Tecnología Médica. Este estudio se desarrolla como parte de los requisitos para la obtención del título profesional de Licenciada en Tecnología Médica con mención en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica, desarrollado bajo la dirección de la Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas, docente adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna.

Procedimientos:

Si usted está de acuerdo con participar de este estudio, los procedimientos que requieren de su colaboración son los siguientes:

1. Se le harán unas preguntas iniciales de información general de su persona, las cuales deberá contestar con sinceridad.
2. Tendrá que realizar un ayuno de mínimo 8 horas antes de la toma de muestra.
3. Se le recomienda el uso de ropa holgada para facilitar la extracción sanguínea.

Riesgos:

Los participantes del presente estudio están exonerados de cualquier riesgo en su salud, sin embargo, al momento de la extracción de sangre podrán presentar dolor transitorio y/o formación de hematomas en la zona de punción.

Beneficios:

Usted se beneficiará de adquirir los resultados de sus análisis de manera gratuita, personal y confidencial.

Costo por participación y compensación económica:

Al participar en este estudio, no incurrirá en gastos ni costos adicionales. Asimismo, su participación no conlleva ningún tipo de incentivo económico ni de otra naturaleza, más allá de los beneficios ya mencionados.

Confidencialidad:

El investigador principal y el asesor mantendrán resguardada la información obtenida a través de su participación en este estudio. Cabe señalar que su participación será codificada adecuadamente, evitando cualquier registro que incluya su nombre. En caso de que los resultados del estudio se publiquen en una revista, no se divulgará ninguna información que permita su identificación como participante.

Derechos del participante:

Si usted decide participar de este estudio, podrá retirarse en cualquier momento y/o no participar de alguna parte del mismo. Para lo cual deberá informar su decisión al investigador principal de manera oportuna. Si tiene alguna duda adicional, podrá ponerse en contacto con el investigador principal Mishell Andrea Ancco Suaña o Alexis Esteban Ticona Ramos llamando al teléfono 957 731 904 y/o 910 747 952, respectivamente. Si durante el desarrollo de la investigación tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, podrá contactar al correo electrónico cei@upt.edu.pe.

DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN

Acepto voluntariamente la participación en el estudio “Impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica De La Universidad Privada De Tacna, 2025”, dirigido por el investigador principal Mishell Andrea Ancco Suaña y Alexis Esteban Ticona Ramos. Por otro lado, entiendo que puedo retirarme del estudio en cualquier momento que considere apropiado.

Firma Firma

Nombre y Apellidos del participante Nombre y Apellidos del investigador

Anexo 02: Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				Código
1. Datos Sociodemográficos				
Edad				
Sexo	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Femenino			
2. Valores Cuantitativos del Hemograma				
Serie Roja	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
RBC				
Hb				
Hto				
VCM				
HCM				
CHCM				
RDW-CD				
Serie Blanca	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
WBC				
NEU				
LYM				
MON				
EO				

Serie Plaquetaria	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
PLT				
VPM				
PCT				
3. Evaluación Cualitativa de la Lámina Periférica				
Serie Roja	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
Anisocitosis				
Cromía				
Poiquilocitosis				
Distribución				
Serie Blanca	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
Alteraciones de membrana				
Fragilidad leucocitaria				
Vacuolización				
Serie Plaquetaria	Exceso relación sangre - anticoagulante	Buena relación sangre - anticoagulante	Baja relación sangre - anticoagulante	Muy Baja relación sangre - anticoagulante
Macroplaquetas				
Agregado plaquetario				
Degranulación de plaquetas				

Anexo 03: Evaluación de Juicio de Expertos

Primer Experto: Lic. Víctor Raúl Huaman Cárdenas

N°	DIMENSIONES/ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
V1	Variable 1: Parámetros hematológicos	Si	No	Si	No	Si	No	
SV 1	Sub variable 1: Parámetros cuantitativos	X		X		X		
D1	Dimensión 1: Serie Roja							
	RBC	X		X		X		
	Hemoglobina	X		X		X		
	Hematocrito	X		X		X		
	Volumen Corpuscular Medio	X		X		X		
	Hemoglobina Corpuscular Media	X		X		X		
	CHCM	X		X		X		
D2	Dimensión 2: Serie blanca							
	WBC	X		X		X		
	Neutrófilos	X		X		X		
	Linfocitos	X		X		X		
	Monocitos	X		X		X		
	Eosinófilos	X		X		X		
	Basófilos	X		X		X		
D3	Dimensión 3: Serie plaquetaria							
	Plaquetas	X		X		X		
	VPM	X		X		X		
	PCT	X		X		X		
SV2	Sub variable 2: Lámina periférica	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Serie roja							
	Anisocitosis	X		X		X		
	Cromía	X		X		X		
	Poiquilocitosis	X		X		X		
	Inclusiones eritrocitarias	X		X		X		
D2	Dimensión 2: Serie Blanca							
	Hipersegmentacion de neutrófilos	X		X		X		
	Fragilidad leucocitaria	X		X		X		
	Inclusiones	X		X		X		
D3	Dimension 3: Serie plaquetaria							

	Macroplaquetas	X		X		X		
	Agregado plaquetario	X		X		X		
	Degranulación de plaquetas	X		X		X		
V2	Variables 2: Relación sangre/anticoagulante	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Volumen de sangre							
	Excesiva: 4mL	X		X		X		
	Adecuada: 3mL	X		X		X		
	Bajo: 2mL	X		X		X		
	Muy bajo: 1mL	X		X		X		
V3	Variable 3: Características sociodemográficas	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Sexo							
	Femenino	X		X		X		
	Masculino	X		X		X		
D2	Edad	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia)

- Sí hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombre del juez validador: Víctor Raúl Huaman Cárdenas

DNI: 70092305

Especialidad del validador: Laboratorio clínico y anatomía patológica

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específico.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Tacna, 04 de diciembre del 2024.



Firma del Experto

Segundo Experto: Dr. Jaime Alberto Malca Milla

N°	DIMENSIONES/ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
V1	Variable 1: Parámetros hematológicos							
SV 1	Sub variable 1: Parámetros cuantitativos	x		x		x		
D1	Dimensión 1: Serie Roja							
	RBC	x		x		x		
	Hemoglobina	x		x		x		
	Hematocrito	x		x		x		
	Volumen Corpuscular Medio	x		x		x		
	Hemoglobina Corpuscular Media	x		x		x		
	CHCM	x		x		x		
D2	Dimensión 2: Serie blanca							
	WBC	x		x		x		Cambiar por recuento de leucocitos
	Neutrófilos	x		x		x		
	Linfocitos	x		x		x		
	Monocitos	x		x		x		
	Eosinófilos	x		x		x		
	Basófilos	x		x		x		
D3	Dimensión 3: Serie plaquetaria							
	Plaquetas	x		x		x		Cambiar por recuento de plaquetas
	VPM	x		x		x		
	PCT	x		x		x		
SV2	Sub variable 2: Lámina periférica	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Serie roja							
	Anisocitosis	X		x		x		
	Cromía	X		x		x		
	Poiquilocitosis	X		x		x		
	Inclusiones eritrocitarias		x		x		x	Retirar
D2	Dimensión 2: Serie Blanca							
	Hipersegmentacion de neutrófilos		X		X		X	Retirar
	Fragilidad leucocitaria		X		X		X	Retirar
	Inclusiones		x		x		x	Ratirar
D3	Dimension 3: Serie plaquetaria							
	Macroplaquetas	x		x		x		
	Agregado plaquetario	x		x		x		
	Degranulación de plaquetas		x		x		x	Retirar

V2	Variables 2: Relación sangre/anticoagulante	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Volumen de sangre							
	Excesiva: 4mL	X		X		X		
	Adecuada: 3mL	X		X		X		
	Bajo: 2mL	X		X		X		
	Muy bajo: 1mL	x		x		X		
V3	Variable 3: Características sociodemográficas	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Sexo							
	Femenino	X		x		x		
	Masculino	X		x		x		
D2	Edad	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia)

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir (x) No aplicable ()

Apellidos y nombre del juez validador: MALCA MILLA Jaime Alberto

DNI: 29425724

Especialidad del validador: Médico Hematólogo

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específico.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Tacna, 04 de diciembre del 2024.



Firma del Experto
DNI 29425724

Tercer Experto: Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas

N°	DIMENSIONES/ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
V1	Variable 1: Parámetros hematológicos	Si	No	Si	No	Si	No	
SV 1	Sub variable 1: Parámetros cuantitativos							
D1	Dimensión 1: Serie Roja							
	RBC	X		X		X		
	Hemoglobina	X		X		X		
	Hematocrito	X		X		X		
	Volumen Corpuscular Medio	X		X		X		
	Hemoglobina Corpuscular Media	X		X		X		
	CHCM	X		X		X		
D2	Dimensión 2: Serie blanca							
	WBC	X		X		X		
	Neutrófilos	X		X		X		
	Linfocitos	X		X		X		
	Monocitos	X		X		X		
	Eosinófilos	X		X		X		
	Basófilos	X		X		X		
D3	Dimensión 3: Serie plaquetaria							
	Plaquetas	X		X		X		
	VPM	X		X		X		
	PCT	X		X		X		
SV2	Sub variable 2: Lámina periférica	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Serie roja							
	Anisocitosis	X		X		X		
	Cromía	X		X		X		
	Poiquilocitosis	X		X		X		
	Inclusiones eritrocitarias	X		X		X		
D2	Dimensión 2: Serie Blanca							
	Hipersegmentacion de neutrófilos	X		X		X		
	Fragilidad leucocitaria	X		X		X		
	Inclusiones	X		X		X		
D3	Dimensión 3: Serie plaquetaria							
	Macroplaquetas	X		X		X		
	Agregado plaquetario	X		X		X		
	Degranulación de plaquetas	X		X		X		
V2	Variabes 2: Relación sangre/anticoagulante	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Dimensión 1: Volumen de sangre							
	Excesiva: 4mL	X		X		X		

	Adecuada: 3mL	X		X		X		
	Bajo: 2mL	X		X		X		
	Muy bajo: 1mL	X		X		X		
V3	Variable 3: Características sociodemográficas	Si	No	Si	No	Si	No	
D1	Sexo							
	Femenino	X		X		X		
	Masculino	X		X		X		
D2	Edad							

Observaciones (precisar si hay suficiencia)

Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombre del juez validador: Mady Canelú Ramos Rojas

DNI: 45089501

Especialidad del validador: T.M. con especialidad en Hematología

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específico.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Tacna, 04 de diciembre del 2024.



Firma del Experto

Anexo 04: Resolución de aprobación de la Universidad Privada de Tacna



UPT
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

RESOLUCION N° 236-2025-UPT/FACSA-D

Tacna, 07 de abril del 2025

VISTA:

La solicitud presentada por los estudiantes **ANCCO SUAÑA, Mishell Andrea** y **TICONA RAMOS Alexis Esteban** solicitando la inscripción de su Proyecto de Tesis; y

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 057-2019-UPT-CU de fecha 08 de abril del 2019 se Ratifica en vías de regularización la Resolución N° 038-2018-UPT/FACSA-CF de fecha 26 de noviembre del 2018, que aprobó el Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna,

Que, mediante Resolución N° 058-2019-UPT-CU de fecha 08 de abril del 2019, se Ratifica en vías de regularización la Resolución N° 039-2018-UPT/FACSA-CF de fecha 26 de noviembre del 2018, que aprobó el Manual de Normas y Procedimientos de Trabajos de Investigación para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna,

Que mediante OFICIO Nro. 00043-2025-UPT-UI-FACSA de fecha 04 de abril del 2025, el Coordinador de la Unidad de Investigación de la FACSA, remite el trabajo académico titulado **"IMPACTO DE LA RELACIÓN SANGRE-ANTICOAGULANTE EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE ESTUDIANTES DE TECNOLOGÍA MÉDICA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2025"** así como la conformidad de revisión del jurado dictaminador al Mag. Gerson Gomez Zapana y declarándolo APTO para su ejecución,

Que, los estudiantes **ANCCO SUAÑA, Mishell Andrea** y **TICONA RAMOS Alexis Esteban**, ha cumplido con los pasos establecidos en el Artículo 11 del Manual de Normas y Procedimientos de Trabajos de Investigación para la obtención del Grado Académico de Bachiller, Título Profesional y Título de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, por lo que es procedente la Inscripción y autorización de Ejecución del Proyecto de Investigación.

Que, estando a las atribuciones conferidas al señor Decano por el Artículo 51° del Estatuto y Artículo 68° del Reglamento General de la Universidad Privada de Tacna;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- INSCRIBIR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN del trabajo académico titulado **"IMPACTO DE LA RELACIÓN SANGRE-ANTICOAGULANTE EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE ESTUDIANTES DE TECNOLOGÍA MÉDICA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2025"** Presentado por los estudiantes **ANCCO SUAÑA, Mishell Andrea** y **TICONA RAMOS Alexis Esteban**, teniendo como asesor a la Mtra. T.M. Mady Canelú Ramos Rojas

ARTICULO SEGUNDO.- La Secretaría Académico – Administrativa de la Facultad, adoptará las acciones pertinentes para viabilizar lo dispuesto en el Artículo anterior.

Regístrese, comúquese y archívese.

Firmado por MARCO
CARLOS ALEJANDRO
RIVAROLA HIDALGO
Cargo: DECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA SALUD
Empresa: UNIVERSIDAD
PRIVADA DE TACNA
Fecha/Hora: 06-04-2025
16:51:43

C.c.: Unidad de Investigación FACSA, Interesado, SAA, Archivo

Universidad Privada de Tacna

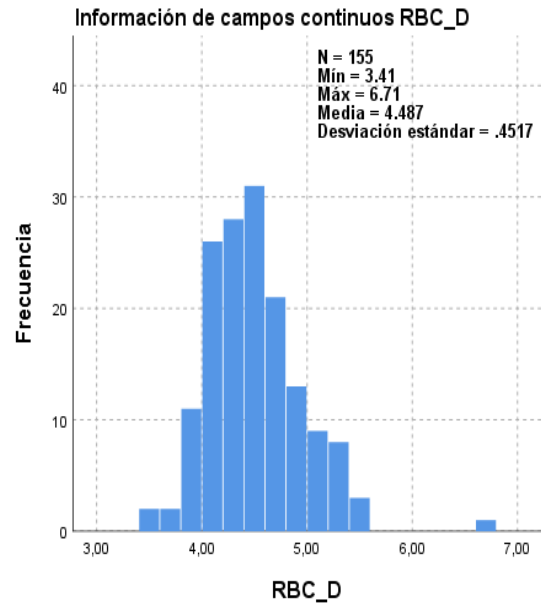
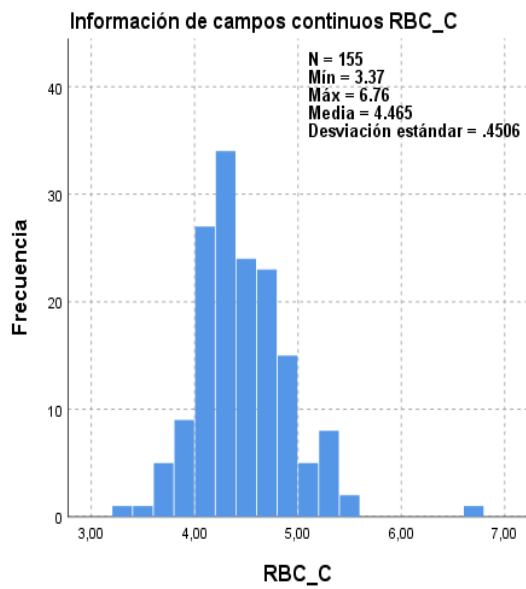
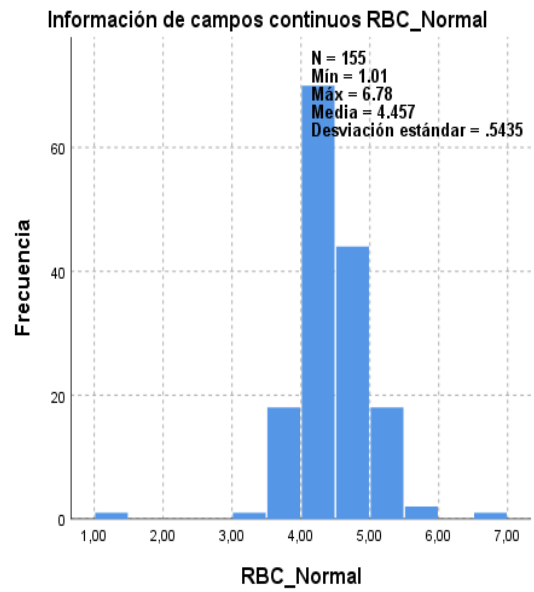
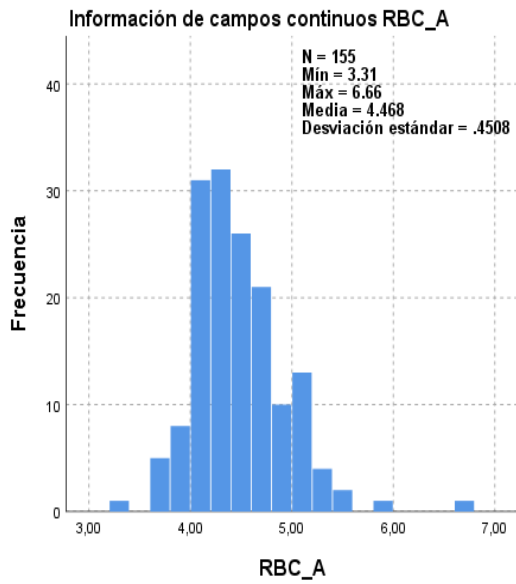
Fono-Fax: 241975 Central 427212 - 415851 – 243380 Anexo 427 Correo electrónico: medicina@upt.edu.pe

Pago Capanique s/n Apartado Postal: 126

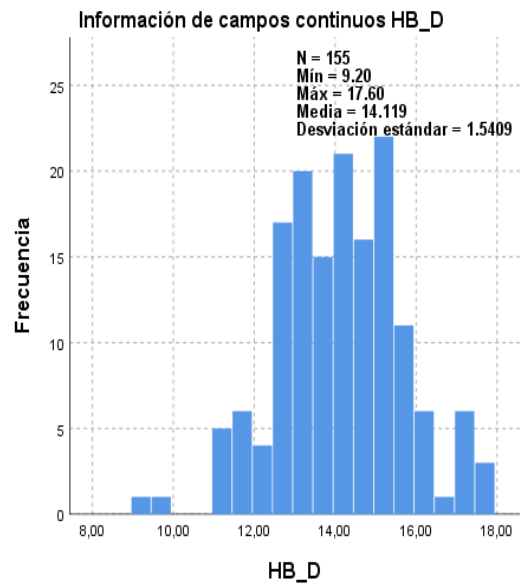
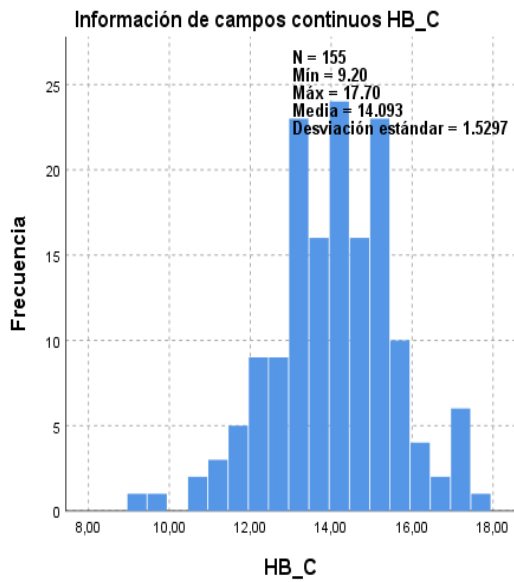
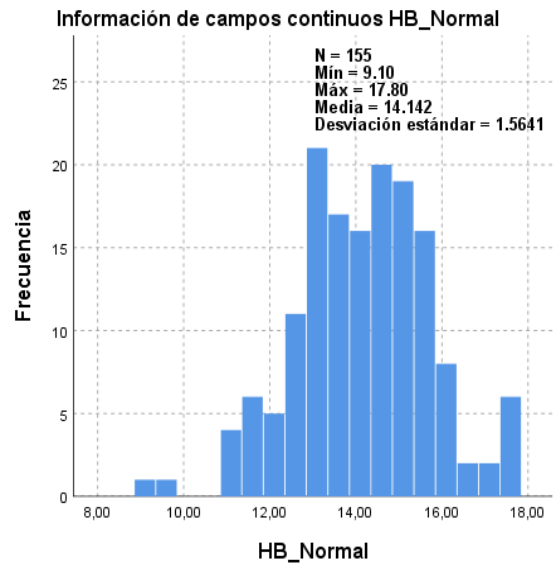
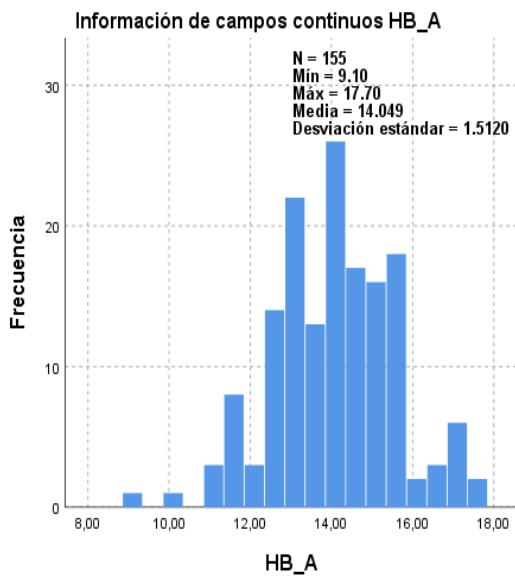
TACNA – PERÚ

Anexo 05: Matriz de consistencia

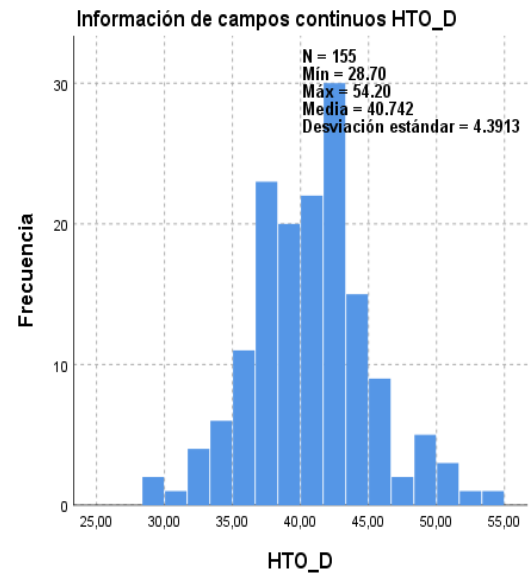
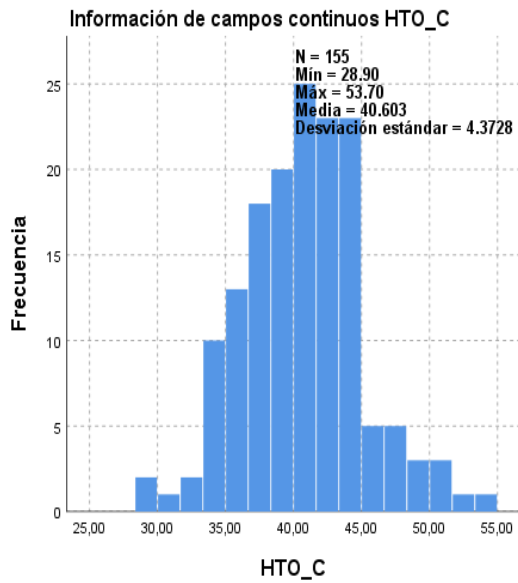
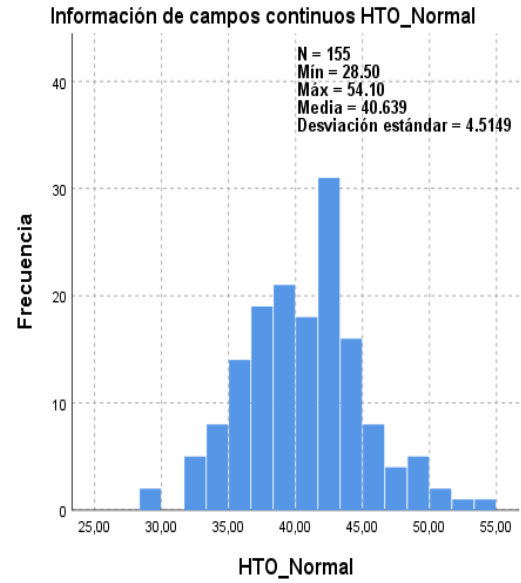
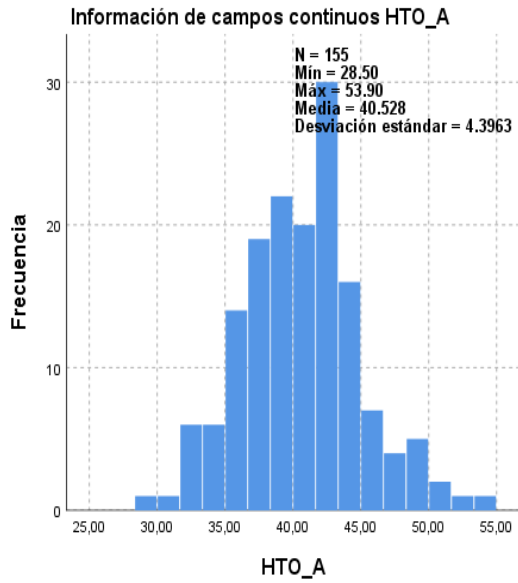
FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>INTERROGANTE GENERAL</p> <p>¿Existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025.</p>	<p>HIPOTESIS ALTERNA</p> <p>Existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025</p>	<p>Primera variable:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relación sangre/anticoagulante <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> Volumen de sangre <p>Segunda variable:</p> <ul style="list-style-type: none"> Parámetros hematológicos <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> Serie roja Serie blanca Serie plaquetaria <p>Variable interviniente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Características sociodemográficas <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sexo Edad 	<p>Diseño: Cuasi-experimental</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Según intervención del investigador: Cuasi-experimental Según la planificación de la toma de datos: Prospectivo Según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio: Transversal Según el número de variables de interés: Analítico <p>Ámbito de estudio: Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna.</p> <p>Población: 260 estudiantes de la escuela de tecnología médica, 2025.</p> <p>Muestra: 155 estudiantes de la escuela de tecnología médica, 2025.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: Ficha de recolección de datos.</p>
<p>INTERROGANTE ESPECÍFICA</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las características sociodemográficas de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025? ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie roja en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025? ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie blanca en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025? ¿Cuál es el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie plaquetaria en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025? 	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar las características sociodemográficas de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025. Evaluar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie roja en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025. Analizar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie blanca en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025. Determinar el efecto de la relación sangre/anticoagulante en los parámetros de la serie plaquetaria en estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025. 	<p>HIPOTESIS NULA</p> <p>No existe impacto de la relación sangre-anticoagulante en los parámetros hematológicos de estudiantes de Tecnología Médica de la Universidad Privada de Tacna, 2025</p>		



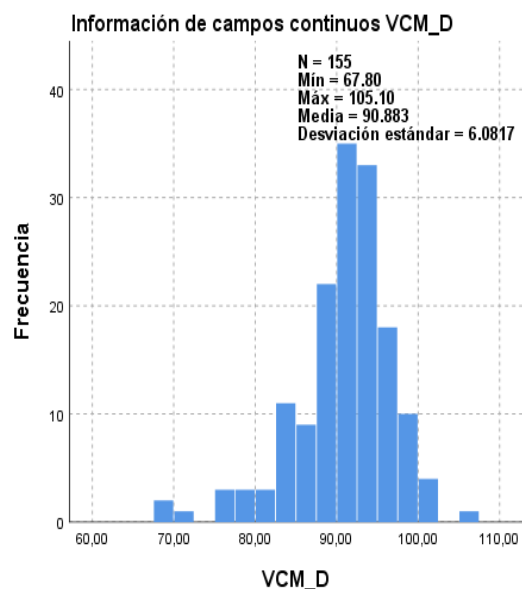
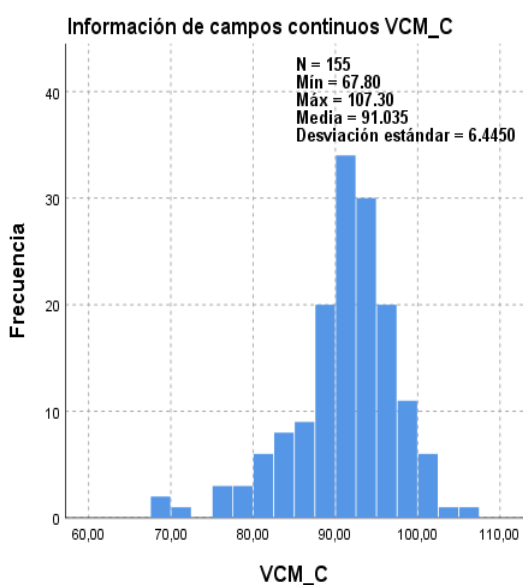
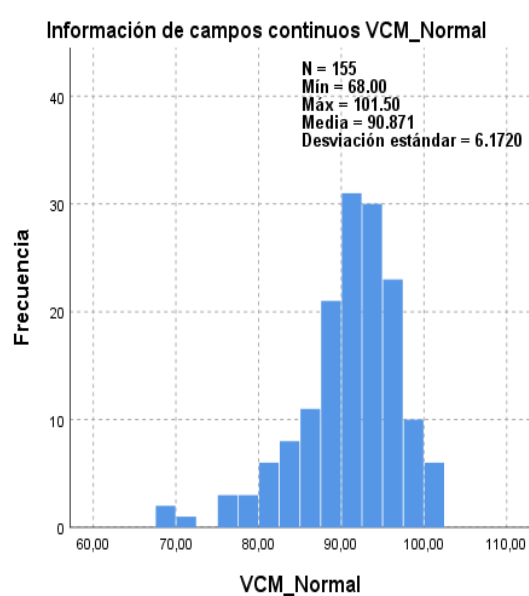
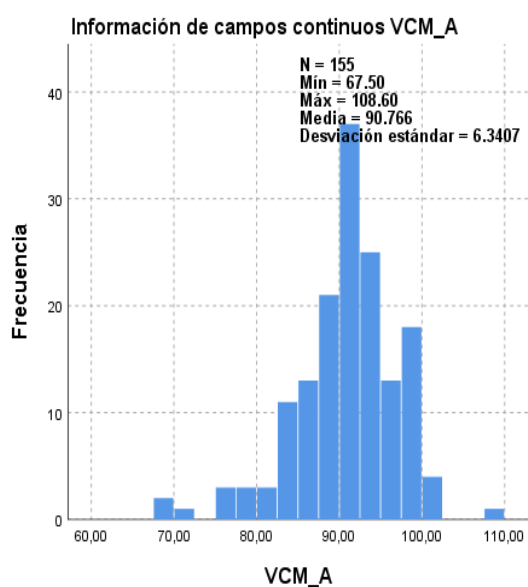
Anexo 06. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de RBC en las diferentes condiciones preanalíticas.



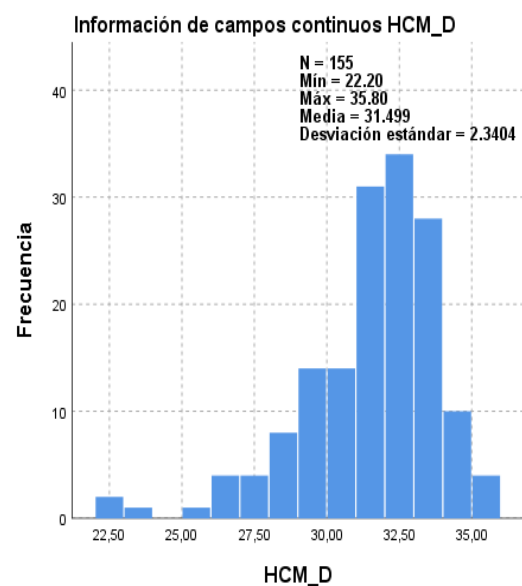
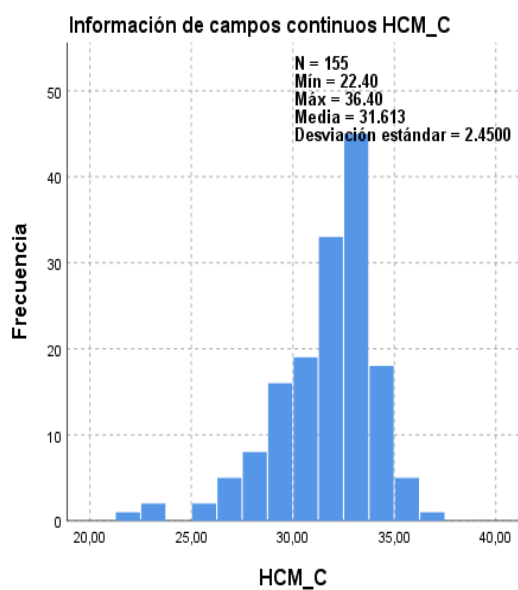
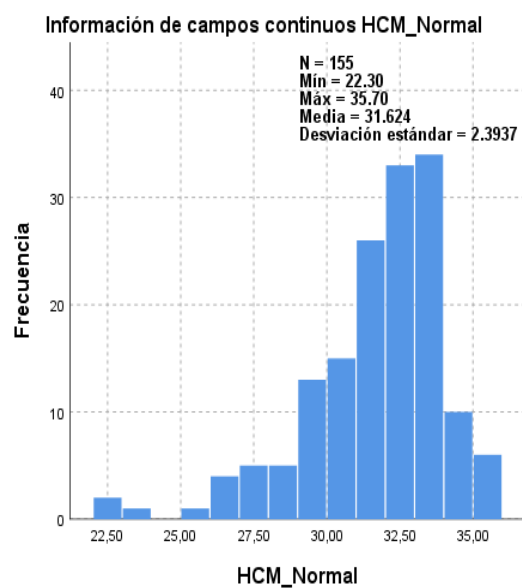
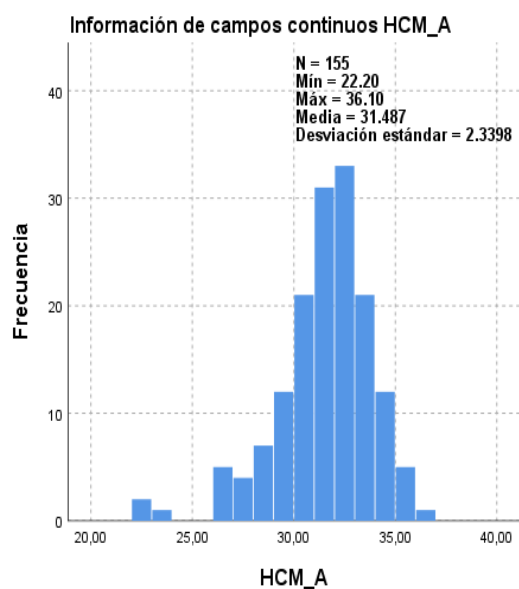
Anexo 07. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de hemoglobina en las diferentes condiciones preanalíticas.



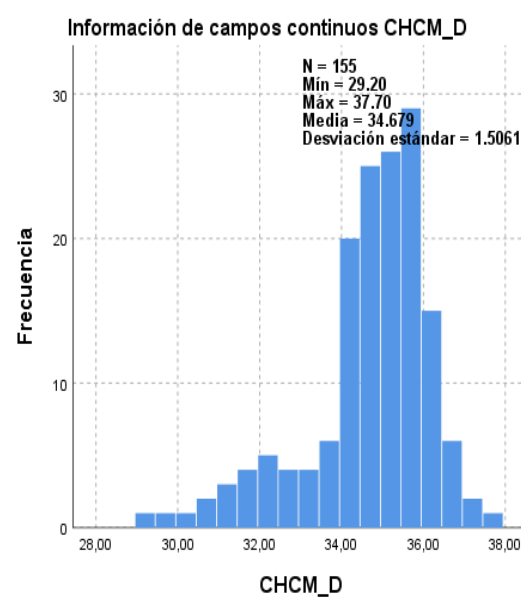
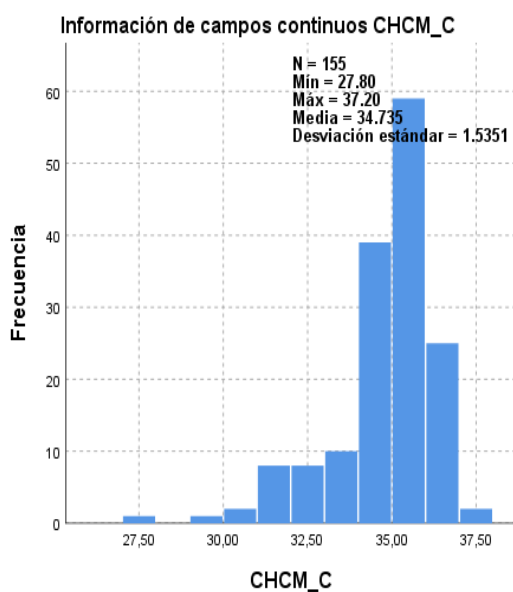
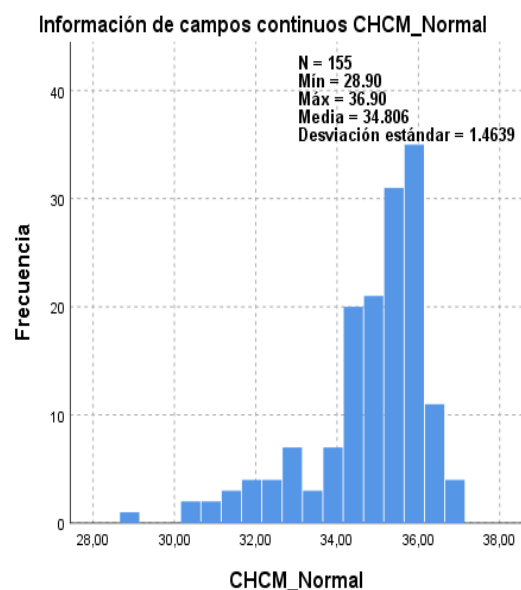
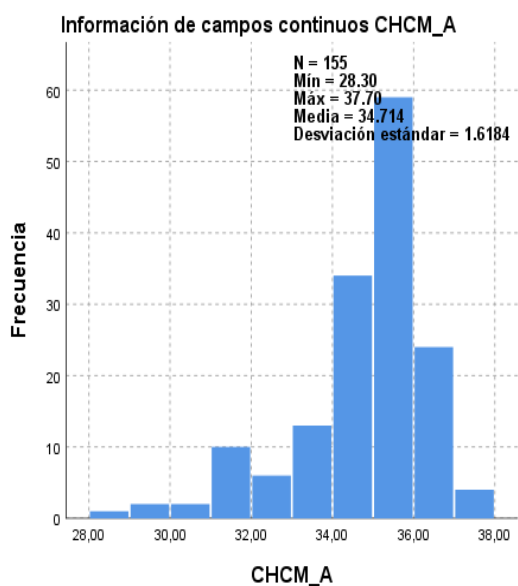
Anexo 08. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de hematocrito en las diferentes condiciones preanalíticas.



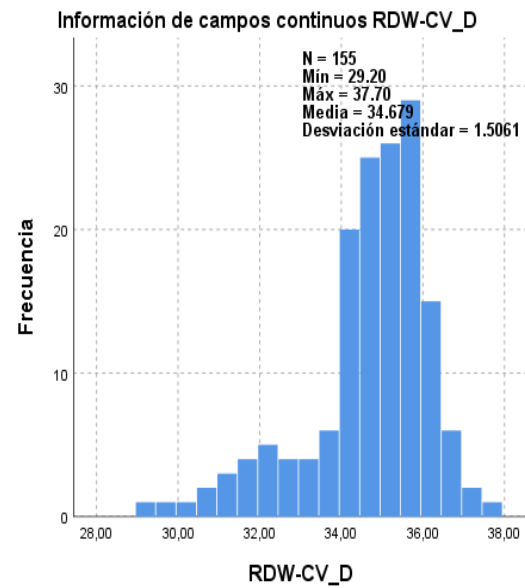
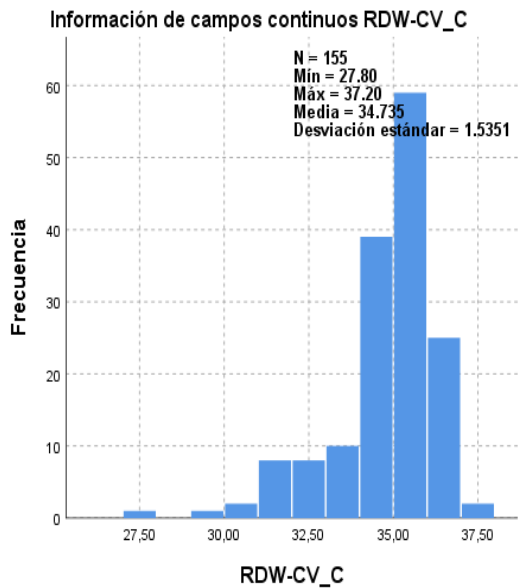
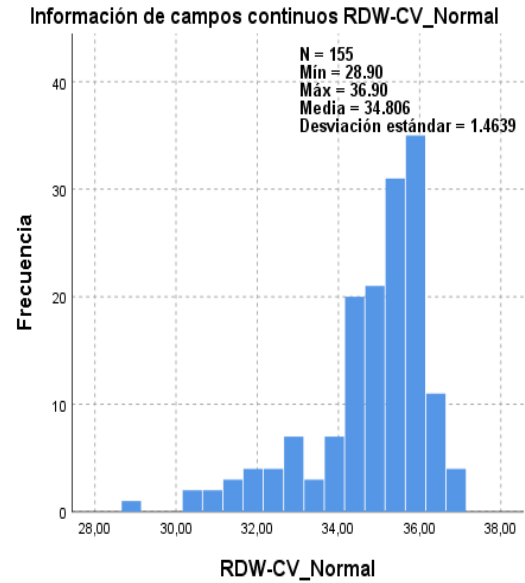
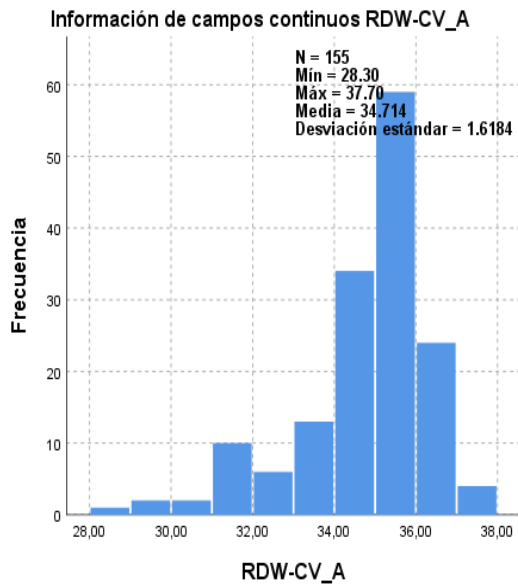
Anexo 09. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de VCM en las diferentes condiciones preanalíticas.



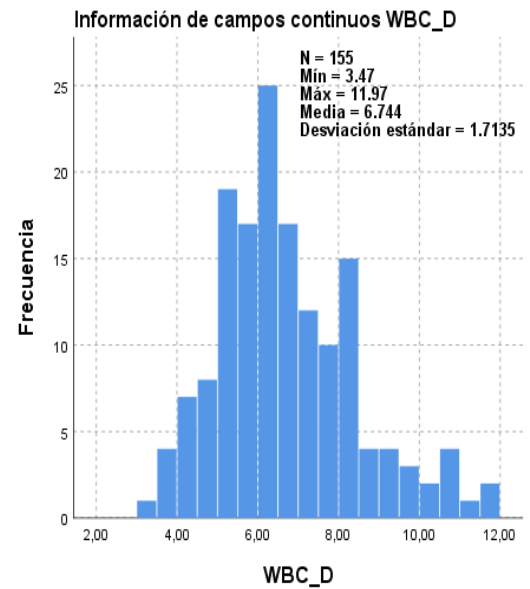
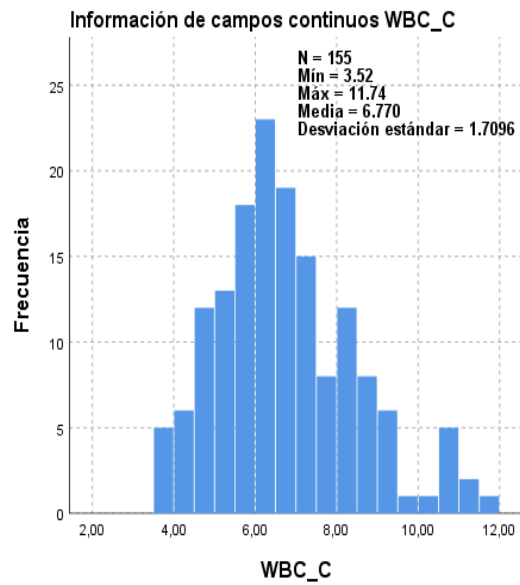
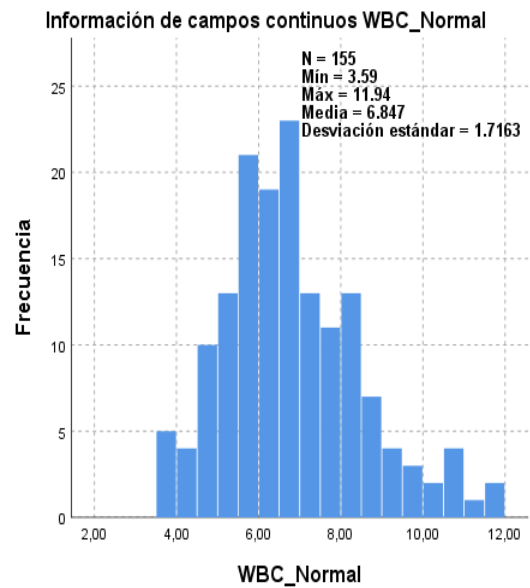
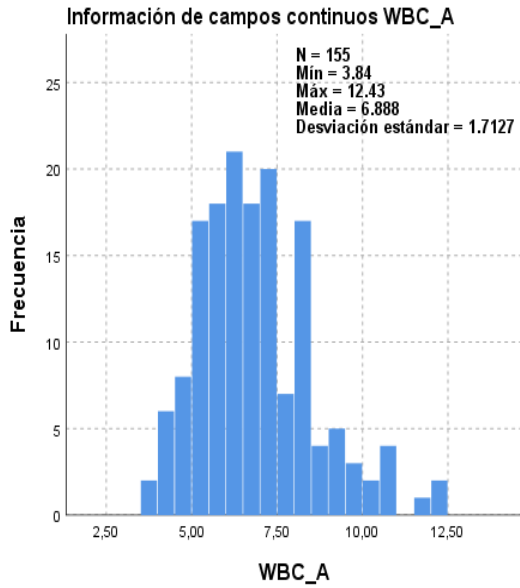
Anexo 10. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de HCM en las diferentes condiciones preanalíticas.



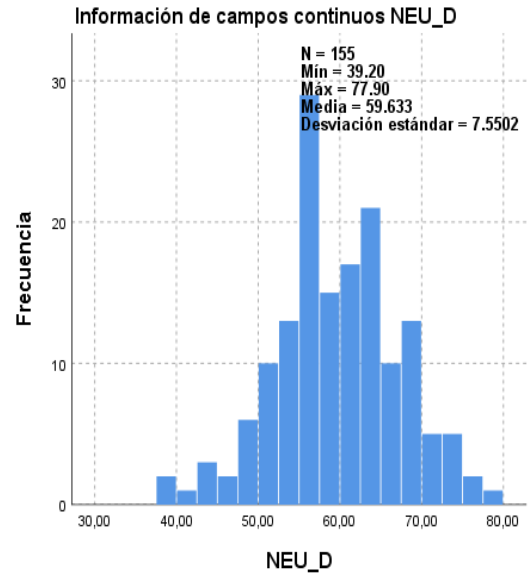
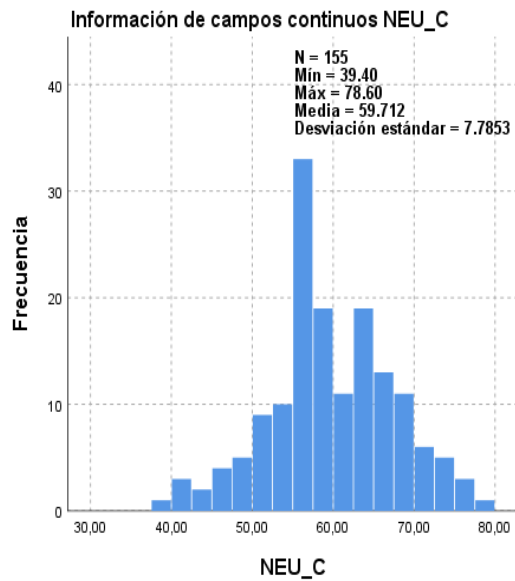
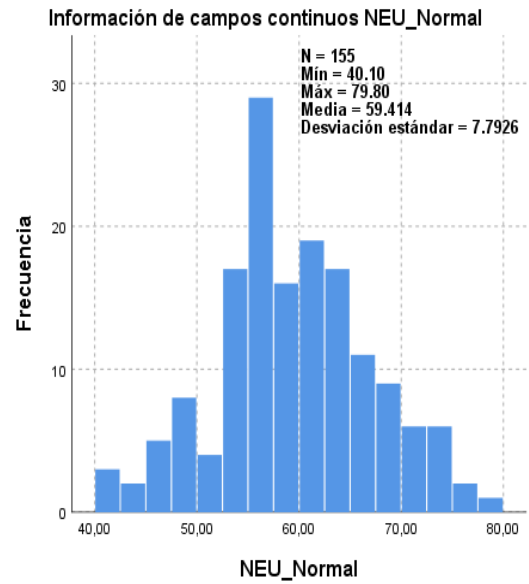
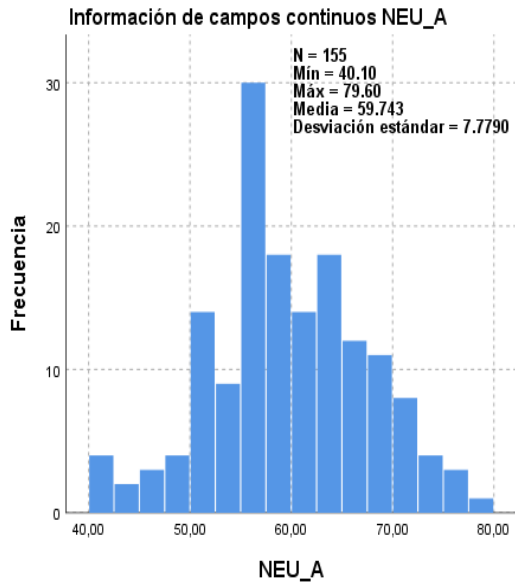
Anexo 11. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de CHCM en las diferentes condiciones preanalíticas.



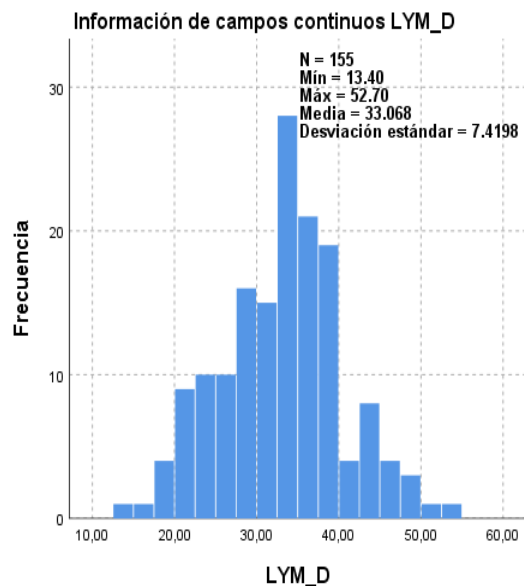
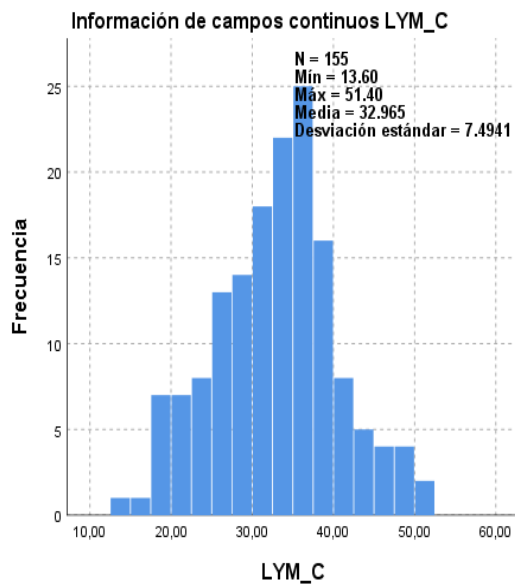
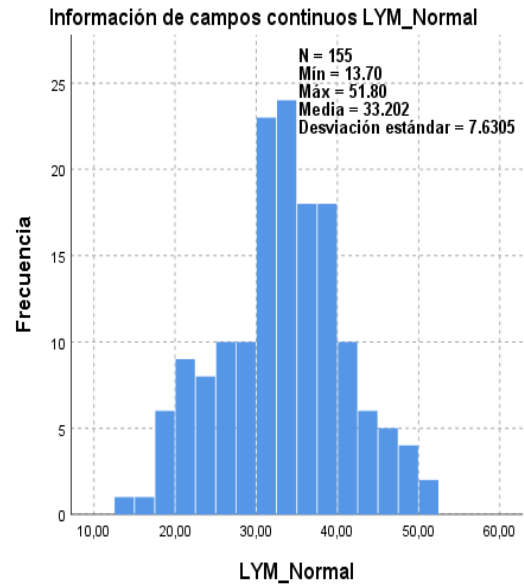
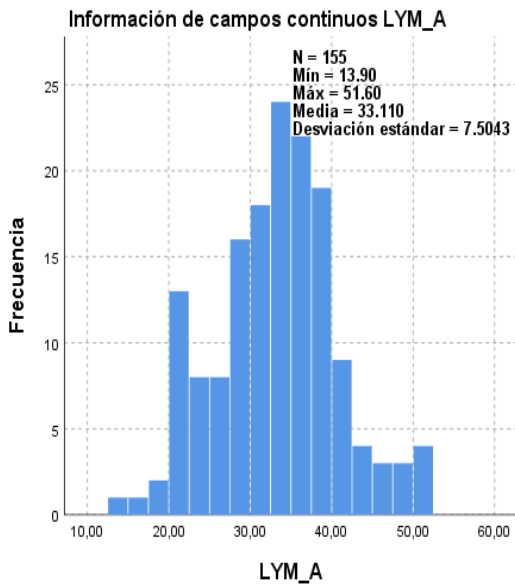
Anexo 12. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores del ancho de distribución eritrocitaria en las diferentes condiciones preanalíticas.



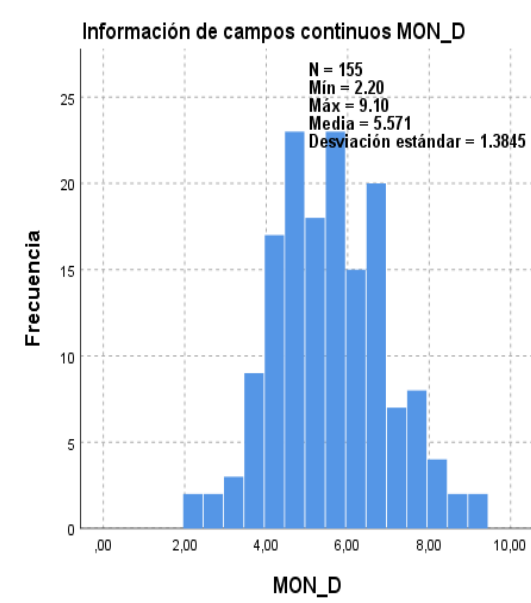
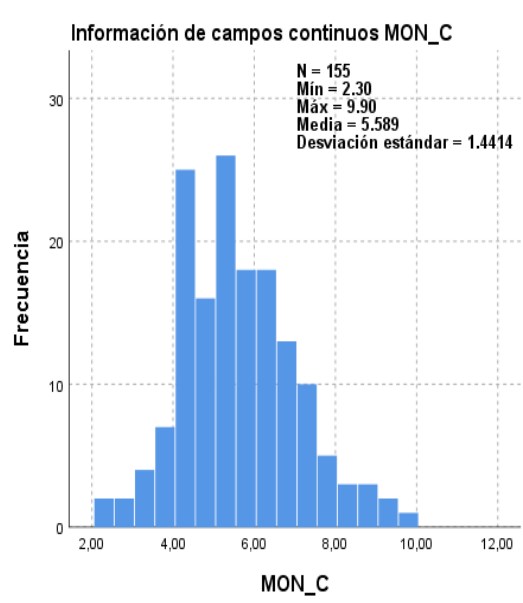
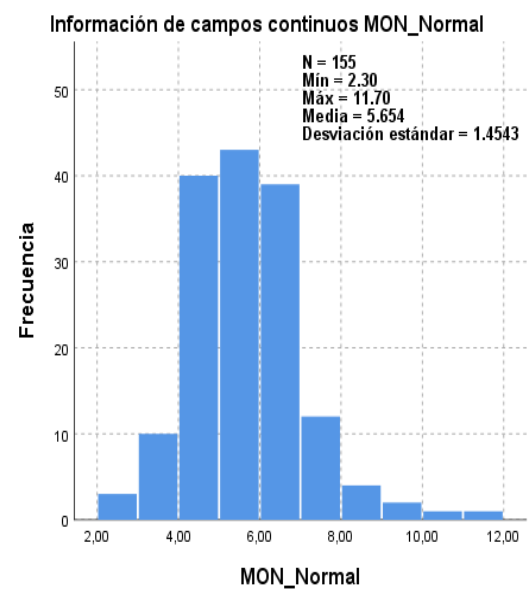
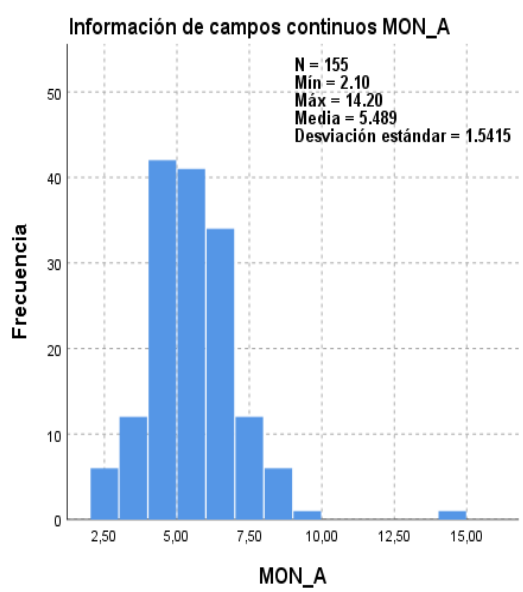
Anexo 13. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de leucocitos en las diferentes condiciones preanalíticas.



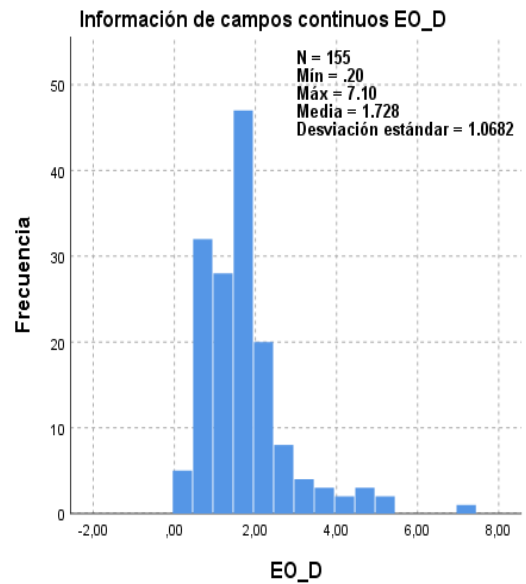
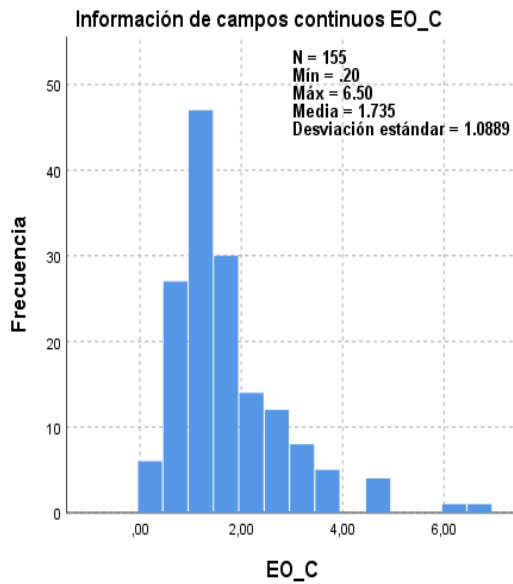
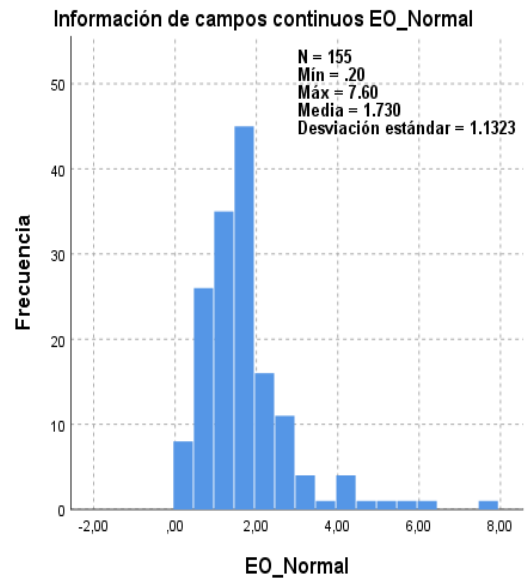
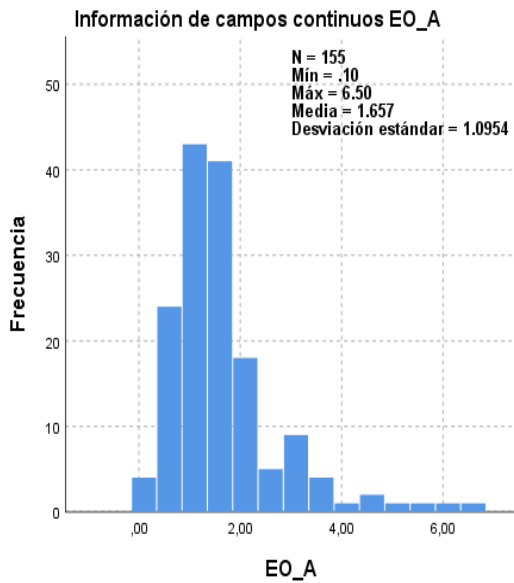
Anexo 14. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de neutrófilos en las diferentes condiciones preanalíticas.



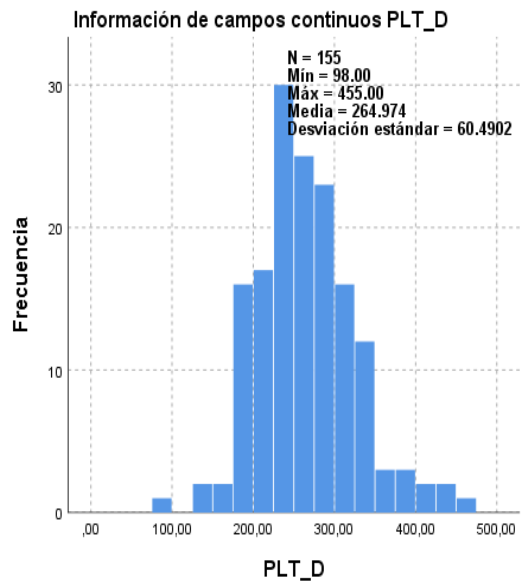
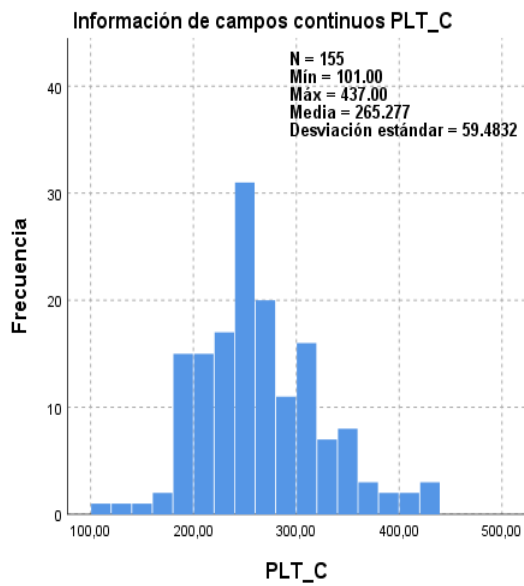
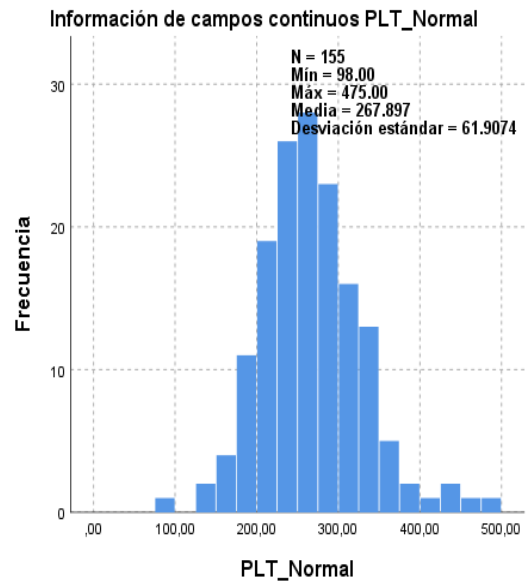
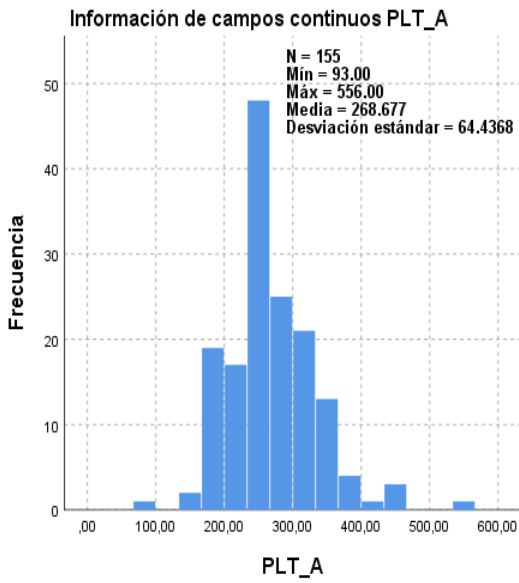
Anexo 15. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de linfocitos en las diferentes condiciones preanalíticas.



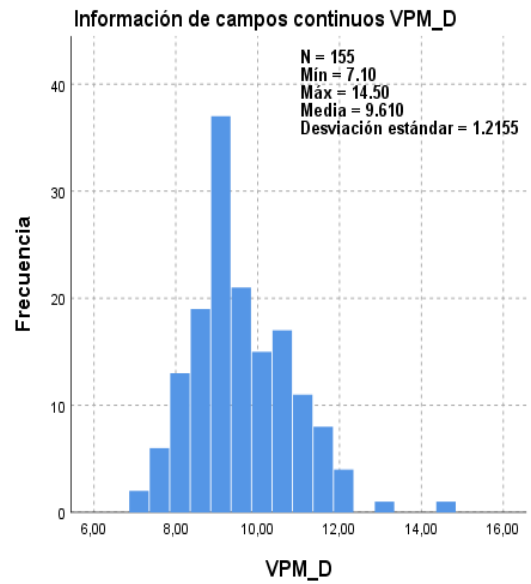
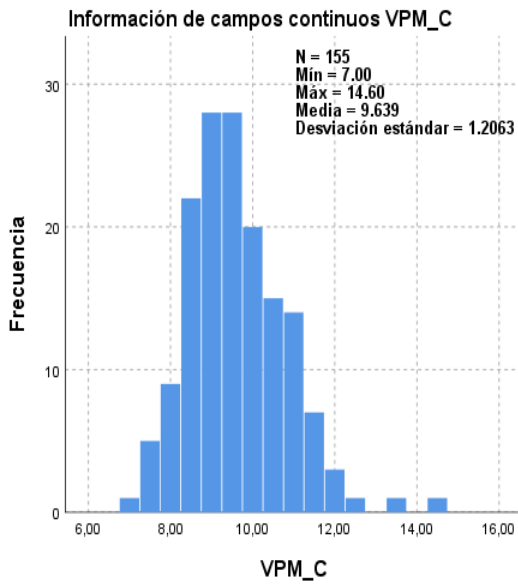
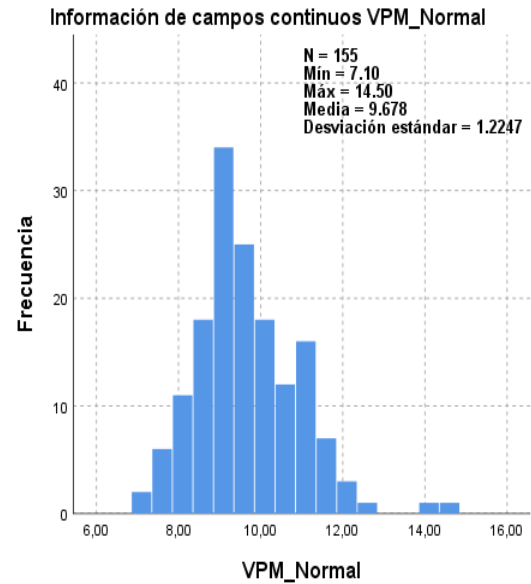
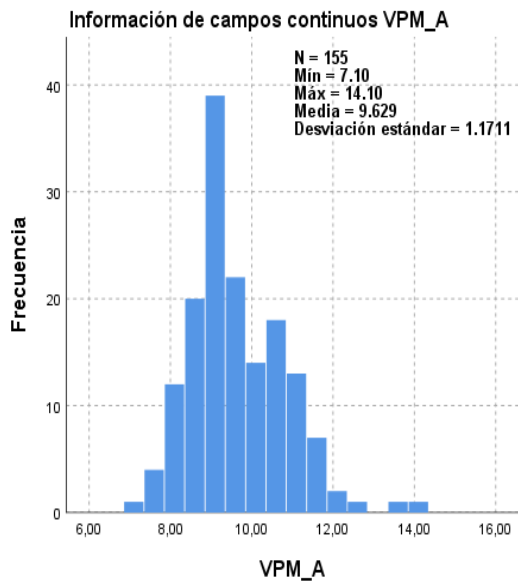
Anexo 16. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de monocitos en las diferentes condiciones preanalíticas.



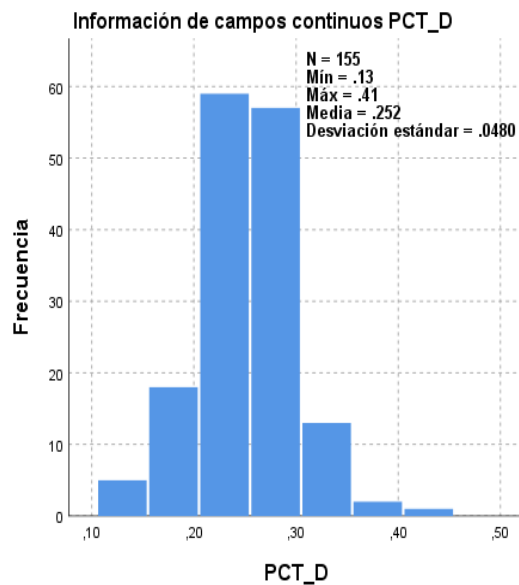
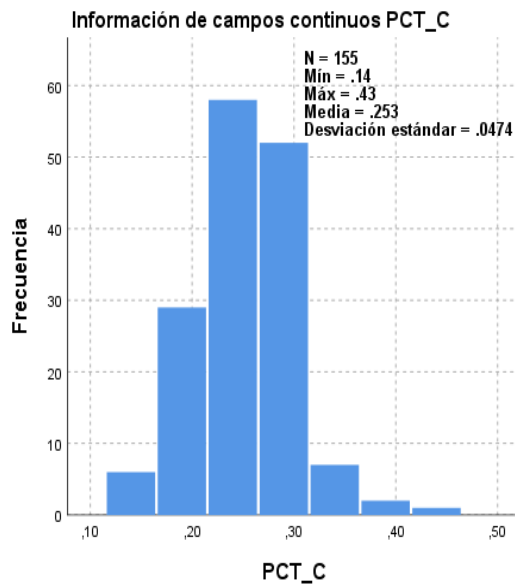
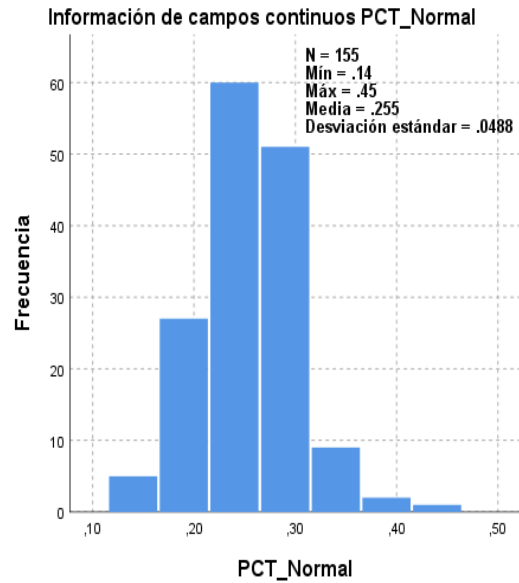
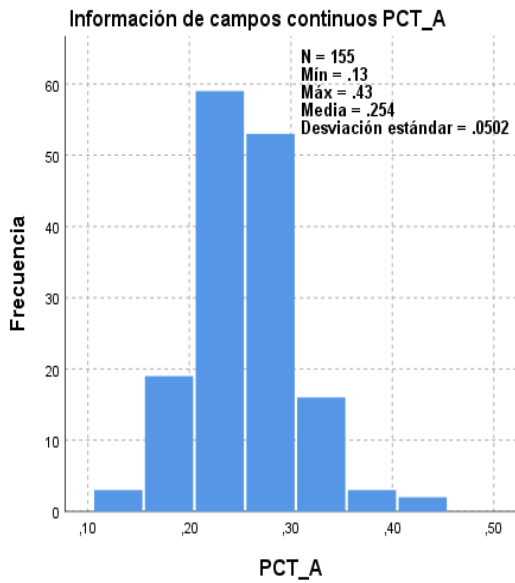
Anexo 17. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de eosinófilos en las diferentes condiciones preanalíticas.



Anexo 18. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores de plaquetas en las diferentes condiciones preanalíticas.



Anexo 19. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores del volumen plaquetario medio en las diferentes condiciones preanalíticas.



Anexo 20. Representación gráfica descriptiva de la distribución de los valores del plaquetocrito en las diferentes condiciones preanalíticas.

Anexo 21. Diagrama comparativo general en serie roja

Parámetro	Resultado Friedman	Alteración significativa	Detalle de comparaciones (post hoc)	Conclusión
RBC	p = 0.028	Sí	Ninguna diferencia significativa tras Bonferroni	Alteración ligera pero no atribuible a un método específico
HTC	p = 0.012	Sí	A vs. D (p adj = 0.009)	El método D altera el hematocrito
HB	p = 0.005	Sí	A vs. B (Normal) y A vs. D (p adj < 0.05)	El método A altera la hemoglobina
VCM	p = 0.225	No	—	Estable ante variación sangre/anticoagulante
HCM	p = 0.102	No	—	Estable
CHCM	p = 0.448	No	—	Estable
RDW-CV	p = 0.448	No	—	Estable

Nota. Solo RBC, HTC y HB fueron sensibles, y la alteración provino principalmente de método A y método D según el indicador. Los demás parámetros fueron estables.

Anexo 22. *Diagrama comparativo general en serie blanca*

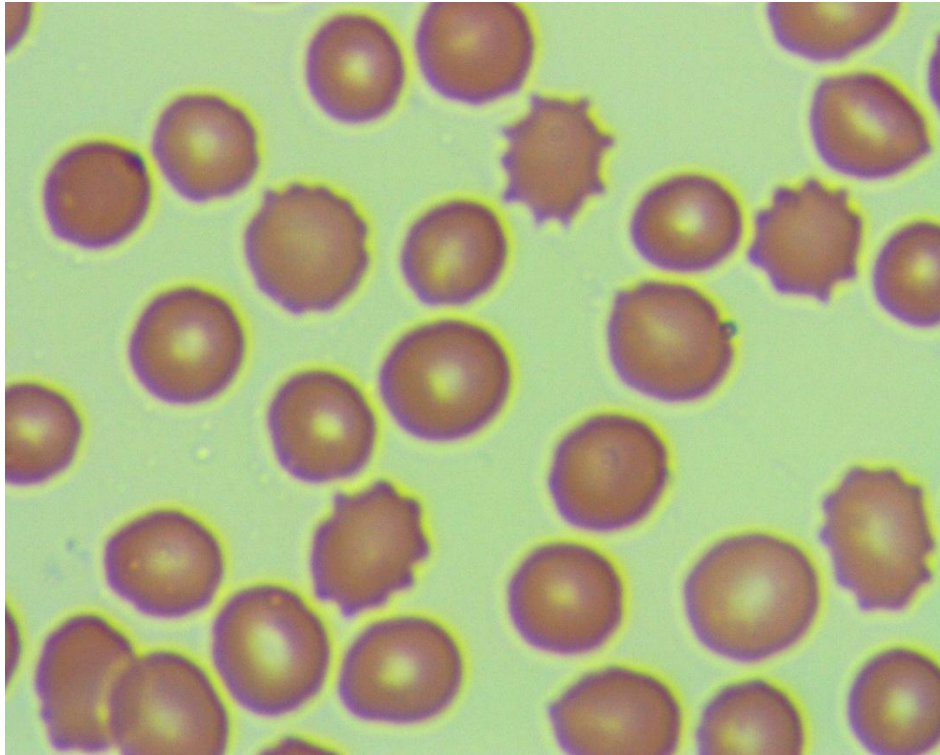
Parámetro	Resultado Friedman	Alteración significativa	Comparaciones relevantes	Conclusión
WBC	p = 0.000	Sí	D vs B (Normal); D vs A; C vs B (Normal), C vs A	C y D alteran leucocitos totales
NEU	p = 0.411	No	—	Estable
LYM	p = 0.256	No	—	Estable
MON	p = 0.001	Sí	A vs B (Normal) (p adj = 0.000)	Solo método A altera monocitos
EO	p = 0.022	Sí (global)	Ninguna comparación significativa con Bonferroni	Tendencia en A, pero no concluyente

Nota. WBC y MON presentan alteraciones reales. EO muestra tendencia, pero no diferencia significativa. Los métodos C y D afectan WBC, mientras que A afecta MON

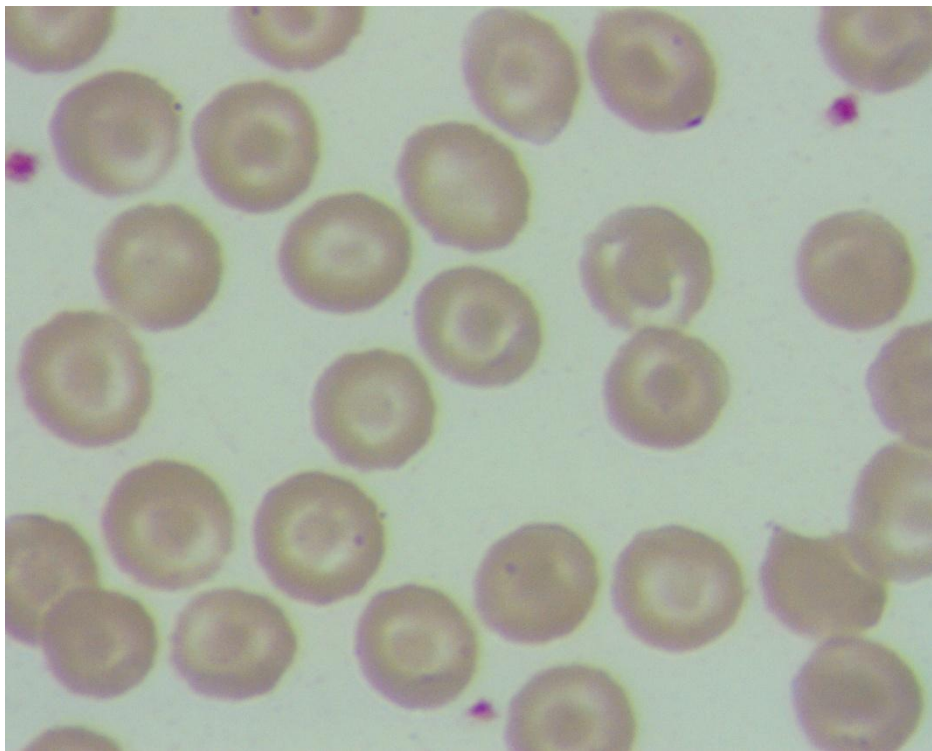
Anexo 23. *Diagrama comparativo general en serie plaquetaria*

Parámetro	Resultado Friedman	Alteración significativa	Comparaciones relevantes	Conclusión
PLT	p = 0.000	Sí	D vs B(Normal); D vs A; C vs A	D altera fuertemente PLT; C altera ligeramente
VPM	p = 0.000	Sí	D vs Normal (p adj = 0.001)	Solo método D altera VPM
PCT	p = 0.004	Sí	D vs D (Normal); D vs A	Método D altera el porcentaje plaquetario

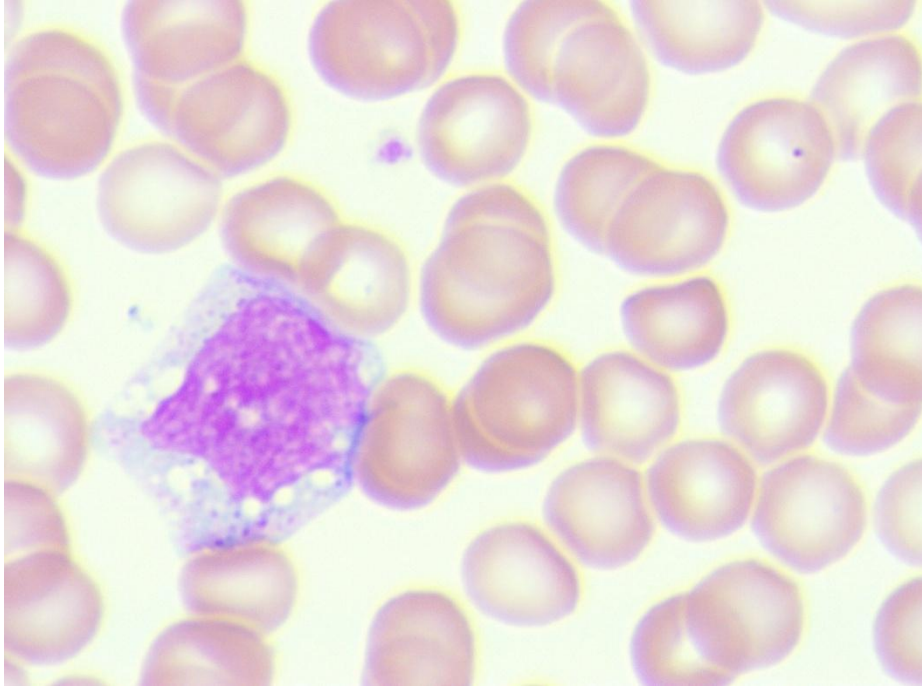
Nota. La serie plaquetaria es la más afectada de todas, especialmente por el método D, que altera: el número de plaquetas, su volumen (VPM), y el volumen total plaquetario (PCT). Esto evidencia que las plaquetas son extremadamente sensibles a variaciones preanalíticas



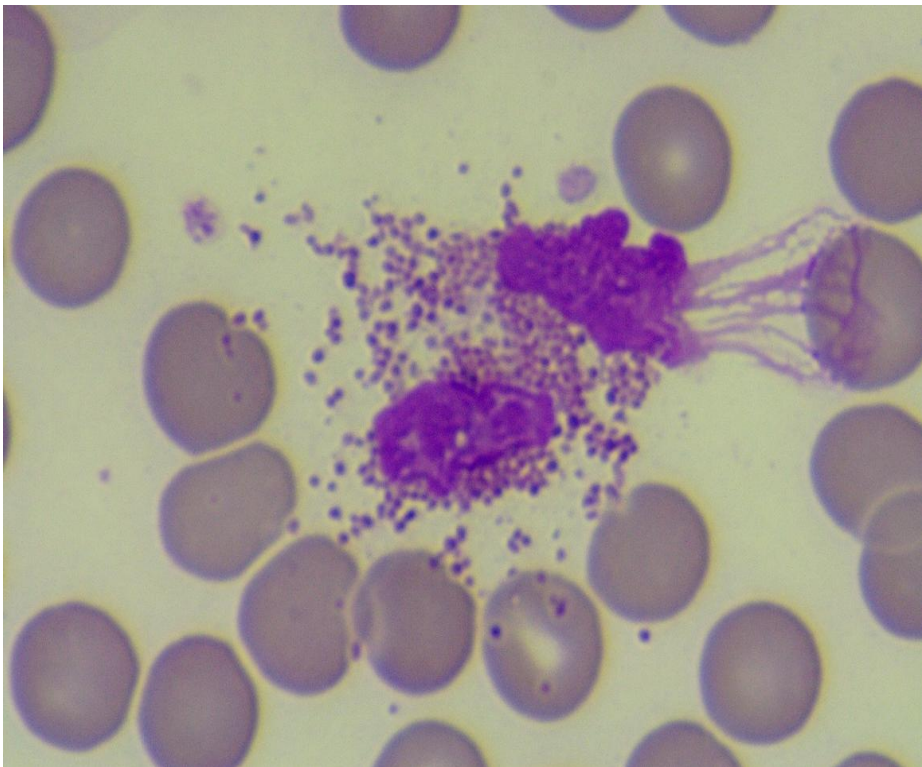
Anexo 24. *Echinocitos en tubo llenado con 2 mL de sangre*



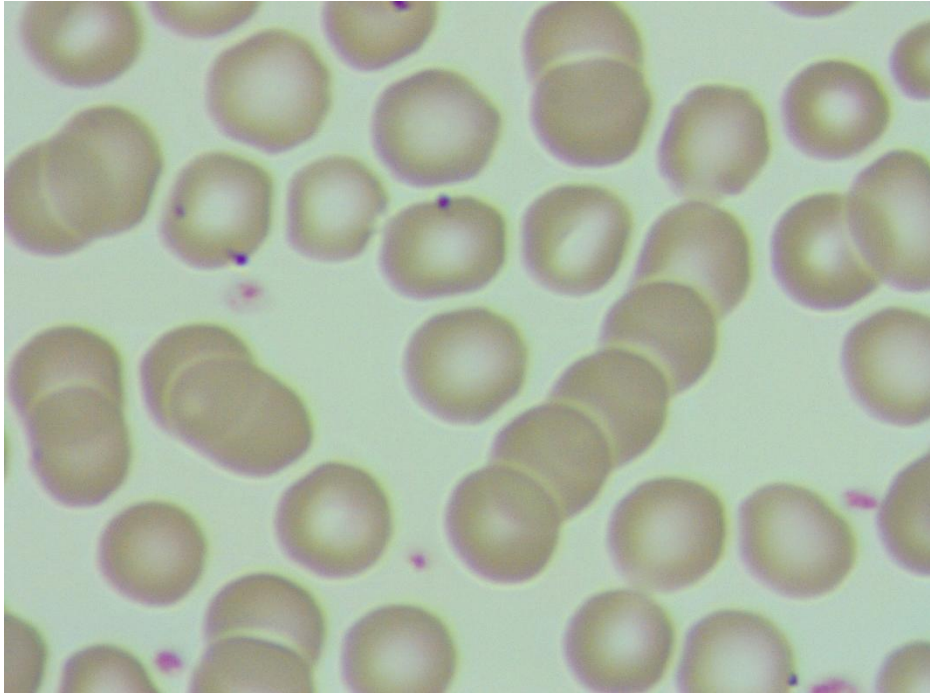
Anexo 25. *Dianocitos en tubo llenado con 4 mL de sangre.*



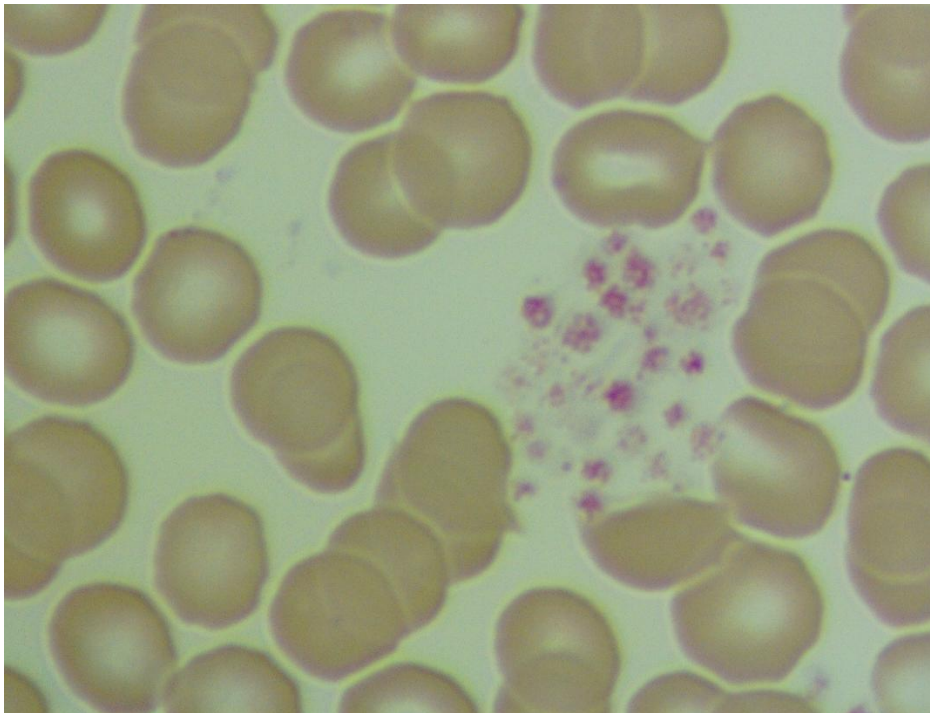
Anexo 26. Vacuolización en tubo llenado con 4 mL de sangre.



Anexo 27. Fragilidad leucocitaria en tubo llenado con 4 mL de sangre.



Anexo 28. Pseudorouleaux leve en tubo llenado con 4 mL de sangre.



Anexo 29 Agregado plaquetario en tubo llenado con 4 mL de sangre.