



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN HEMOTERAPIA Y BANCO
DE SANGRE

Trabajo Académico

Fracción de plaquetas inmaduras como marcador de calidad entre plaquetas
obtenidas por Aféresis y Buffy Coat, Ica 2025

Para optar el Título de
Especialista en Hemoterapia y Banco de Sangre

Presentado por:

Autor: Huamantupa Retamozo, Max Alexander

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7380-8540>

Asesor: Dr. Rosales Rimache, Jaime Alonso

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-2332>

Lima – Perú

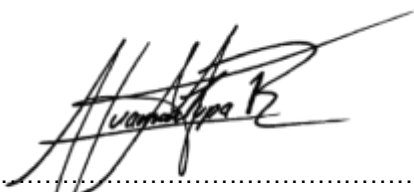
2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022
		REVISIÓN: 01	

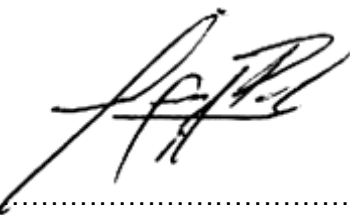
Yo, **MAX ALEXANDER, HUAMANTUPA RETAMOZO** egresado de la Facultad de CIENCIAS DE LA SALUD y ☒ Escuela Académica Profesional de TECNOLOGÍA MÉDICA EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA / ☐ Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“FRACCIÓN DE PLAQUETAS INMADURAS COMO MARCADOR DE CALIDAD ENTRE PLAQUETAS OBTENIDAS POR AFÉRESIS Y BUFFY COAT, ICA 2025”** Asesorado por el docente: **DR. ROSALES RIMACHE, JAIME ALONSO** DNI 41111704 ORCID 0000-0002-1665-2332 tiene un índice de similitud de 12 (Doce) % con código **:14912:533766774** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
MAX ALEXANDER, HUAMANTUPA RETAMOZO
DNI: 73082782



.....
Firma del Asesor
DR. ROSALES RIMACHE, JAIME ALONSO
DNI: 41111704

Lima, 27 de MAYO de 2026

1. Autor (a)(es):

1.1. Nombres y Apellidos: Max Alexander Huamantupa Retamozo

1.2. Correo Electrónico: a2024802962@uwiener.edu.pe

2. Docente/ Asesor

2.1. Nombres y Apellidos: DR. ROSALES RIMACHE, JAIME ALONSO

3. Facultad y Programa Académico:

3.1. Facultad: Ciencias de la Salud.

3.2. Programa Académico: SEGUNDA ESPECIALIDAD EN HEMOTERAPIA
Y BANCO DE SANGRE

4. Línea y Sublínea de Investigación

4.1. Línea: Innovación en Salud Integral y Gestión Sanitaria para la Mejora de la
Calidad y Equidad en la Atención.

4.2.. Sublínea: Tecnologías emergentes en diagnóstico y tratamiento

5. Institución en la que se ejecutará el proyecto

Hospital Augusto Hernandez - ICA

6. Título del Proyecto

Fracción de plaquetas inmaduras como marcador de calidad entre plaquetas
obtenidas por aféresis y buffy coat, Ica 2025

7. Resumen

La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) se ha consolidado como un marcador hematológico prometedor para evaluar la vitalidad y capacidad funcional de los concentrados plaquetarios. En el Perú, los controles de calidad en bancos de sangre se basan principalmente en parámetros fisicoquímicos, sin considerar indicadores biológicos que reflejen la integridad celular. Este estudio propone comparar la IPF% entre plaquetas obtenidas por aféresis y por el método de buffy coat en los bancos de sangre de Ica durante 2025, con el fin de identificar diferencias en la calidad biológica y su evolución durante el almacenamiento. Se espera que las plaquetas por aféresis presenten mayor proporción de plaquetas jóvenes y mejor estabilidad metabólica. La incorporación del IPF% como parámetro de control podría fortalecer la seguridad transfusional, optimizar la gestión de inventarios y contribuir al establecimiento de estándares nacionales de calidad biológica en componentes plaquetarios.

Palabras Clave: Fracción de plaquetas inmaduras (IPF%); aféresis; buffy coat; control de calidad; bancos de sangre.

Abstract

The immature platelet fraction (IPF%) has emerged as a promising hematological marker for assessing the vitality and functional capacity of platelet concentrates. In Peru, quality control in blood banks is primarily based on physicochemical parameters, without considering biological indicators that reflect cellular integrity. This study aims to compare IPF% between platelets obtained by apheresis and by the buffy coat method in blood banks of Ica during 2025, to identify differences in biological quality and its evolution during storage. It is expected that apheresis platelets will show a higher proportion of young platelets and greater metabolic stability. Incorporating IPF% as a control parameter could strengthen transfusion safety, optimize inventory management, and contribute to the establishment of national standards for biological quality in platelet components.

Keywords: Immature Platelet Fraction (IPF%); apheresis; buffy coat; quality control; blood banks.

8. Contextualización del problema

8.1. Planteamiento problema

Las transfusiones de concentrados plaquetarios constituyen una intervención terapéutica esencial en el manejo de pacientes con trombocitopenia severa o alteraciones cualitativas de las plaquetas, siendo indispensables en los ámbitos oncológico, quirúrgico, obstétrico y de cuidados intensivos (1). A nivel mundial, la disponibilidad de componentes sanguíneos seguros y eficaces es un indicador clave de desarrollo sanitario, reflejando la capacidad de los sistemas de salud para garantizar una atención oportuna y de calidad (2). En el Perú, los servicios de hemoterapia han experimentado avances importantes en infraestructura y normatividad, sin embargo, persisten desafíos relacionados con la evaluación de la calidad biológica de los productos plaquetarios (3).

La calidad de los concentrados plaquetarios depende de diversos factores, entre ellos el método de obtención, las condiciones de almacenamiento, la manipulación durante el procesamiento, el tiempo de conservación y la composición celular final del producto (4). Tradicionalmente, el control de calidad en los bancos de sangre peruanos se limita a parámetros fisicoquímicos y volumétricos, como el conteo plaquetario, el volumen, el pH y la esterilidad, según lo establecido en la Norma Técnica N° 124-2018/MINSA y en las guías internacionales de la AABB y el EDQM (5, 6). No obstante, estos parámetros no siempre reflejan el estado funcional ni la viabilidad metabólica de las plaquetas, factores críticos para garantizar la eficacia transfusional y la seguridad del receptor (7).

En los últimos años, se ha propuesto la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) como un marcador emergente de calidad celular, capaz de proporcionar información sobre el grado de regeneración y la vitalidad del concentrado (8). Este parámetro, obtenido mediante analizadores hematológicos automatizados, cuantifica el porcentaje de plaquetas reticuladas o jóvenes que aún conservan restos de ARN, reflejando la actividad trombopoyética reciente y la integridad funcional de las plaquetas (9, 10). En el ámbito clínico, la IPF% se ha utilizado para evaluar la producción plaquetaria en pacientes con trombocitopenia, pero su aplicación en el control de calidad de componentes plaquetarios representa un campo emergente de gran interés para los bancos de sangre (11).

La región de Ica, caracterizada por su clima cálido y árido, presenta particularidades que afectan la estabilidad de los hemoderivados. Los bancos de sangre del Ministerio de Salud y Essalud enfrentan dificultades logísticas para mantener condiciones óptimas de almacenamiento (20-24 °C con agitación continua), especialmente durante los meses de mayor temperatura ambiental (12). Estas condiciones pueden acelerar la lesión de almacenamiento plaquetario, un conjunto de alteraciones bioquímicas y estructurales que incluyen la activación prematura, la pérdida de receptores de membrana, la acidificación del medio y la disminución de la capacidad hemostática (13, 14). La incorporación de marcadores celulares como la IPF% podría permitir un

monitoreo más preciso del deterioro progresivo del componente (15), fortaleciendo los programas de control de calidad regional.

En la actualidad, la mayoría de los bancos de sangre en las regiones del país, producen plaquetas mediante dos métodos principales: aféresis plaquetaria y buffy coat (16). La primera consiste en la separación selectiva de plaquetas directamente del donante a través de equipos automatizados, obteniendo un producto de alta pureza y menor variabilidad biológica. El segundo método, derivado del procesamiento de unidades de sangre total, implica la combinación de capas leucoplaquetarias (buffy coats) de varios donantes, seguido de un proceso de filtración y ajuste de volumen (17). Aunque ambos métodos cumplen con los requisitos regulatorios, existen diferencias fisiológicas y bioquímicas que podrían influir en la viabilidad de las plaquetas y, por tanto, en su rendimiento transfusional (18).

Diversos estudios internacionales han demostrado que las plaquetas obtenidas por aféresis presentan menor grado de activación inicial, mejor preservación del pH, menor liberación de lactato y mayor capacidad funcional tras la transfusión (10, 19, 20). En contraste, las plaquetas obtenidas por buffy coat tienden a mostrar una mayor variabilidad interdonante, exposición mecánica durante el procesamiento y una disminución más rápida del contenido metabólico durante el almacenamiento (16, 17). En este contexto, la IPF% podría constituir un parámetro discriminante entre ambos métodos, reflejando el grado de integridad celular y la proporción de plaquetas jóvenes en cada tipo de componente (11).

A nivel global, la literatura señala que un mayor porcentaje de IPF% en los concentrados plaquetarios se asocia con mayor viabilidad, mejor recuperación postransfusional y menor refractariedad no inmunológica, mientras que valores bajos indicarían plaquetas envejecidas o con daño estructural significativo (21). Sin embargo, estos hallazgos provienen de estudios realizados principalmente en contextos de alta tecnología, con condiciones controladas de almacenamiento y monitoreo continuo, circunstancias que contrastan notablemente de la realidad operativa de los bancos de sangre regionales del Perú.

Hasta la fecha, no se han identificado investigaciones locales o nacionales que comparen la IPF% en plaquetas obtenidas por aféresis y por buffy coat bajo las condiciones ambientales y logísticas peruanas. Este vacío de evidencia limita la posibilidad de establecer estándares propios de calidad biológica y de adaptar las políticas de control a la realidad de cada región. En particular, en Ica, una zona con alta demanda transfusional, infraestructura heterogénea y condiciones térmicas adversas, la ausencia de estudios sobre calidad plaquetaria genera incertidumbre sobre la eficacia real de las unidades transfundidas y dificulta la toma de decisiones terapéuticas en la gestión del stock de plaquetas.

8.2. Formulación de problema

General

¿Existen diferencias significativas en la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en un banco de sangre de la región Ica en el año 2025?

Específico

¿Cuál es el promedio de IPF% en los concentrados plaquetarios por aféresis y por buffy coat durante su almacenamiento?

¿Qué relación existe entre el IPF% y otros indicadores de calidad (pH, conteo plaquetario, volumen, leucocitos residuales)?

¿Cómo influye el método de obtención en la estabilidad del IPF% a lo largo del almacenamiento (día 1, 3, 5)?

8.3. Justificación

Este proyecto busca aportar evidencia local sobre un marcador emergente que permita valorar la calidad funcional de los componentes plaquetarios más allá de los parámetros convencionales. Al tratarse de una medición automatizada, reproducible y no invasiva, su implementación fortalecería la capacidad diagnóstica y analítica de los bancos de sangre peruanos, alineándose con las tendencias internacionales de control de calidad basadas en biomarcadores celulares.

Desde la justificación práctica, la aplicación del IPF% no requiere infraestructura adicional ni procedimientos invasivos, pudiendo integrarse al control rutinario de hematología con mínimo costo operativo. Los resultados podrían servir para establecer umbrales de referencia locales, mejorar la rotación de inventarios y reducir pérdidas por caducidad o descarte innecesario.

Desde un enfoque social, mejorar la calidad de los componentes plaquetarios repercute directamente en la seguridad transfusional y en la reducción de complicaciones hemorrágicas, especialmente en pacientes vulnerables (neonatos, oncológicos, obstétricas). Además, fortalece la confianza pública en el sistema hemoterápico y optimiza los recursos del Estado destinados a la producción de hemocomponentes.

8.4. Objetivos General y Específicos

General

Comparar la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en un banco de sangre de la región Ica en el año 2025

Específico

Determinar el promedio de IPF% en los concentrados plaquetarios por aféresis y por buffy coat durante su almacenamiento

Estimar la relación entre el IPF% y otros indicadores de calidad (pH, conteo plaquetario, volumen, leucocitos residuales)

Evaluar la influencia del método de obtención en la estabilidad del IPF% a lo largo del almacenamiento (día 1, 3, 5)

8.5. Hipótesis

H₀: La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) no presenta diferencias significativas entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en los bancos de sangre de la región Ica en el año 2025

H₁: La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) presenta diferencias significativas entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en los bancos de sangre de la región Ica en el año 2025

9. Marco Teórico

9.1. Antecedentes

Internacionales

Mukhopadhyay, T., et al. (2024) analizaron concentrados preparados por el método de plasma rico en plaquetas (PRP-PC) a las 24 horas de almacenamiento. Además de los controles convencionales (volumen, pH, esterilidad, recuento y presencia de swirling), se incorporaron índices plaquetarios, tromboelastografía y citometría de flujo. Los 43 productos evaluados presentaron un volumen promedio de $69,1 \pm 5,1$ mL, un pH de $6,8 \pm 0,3$ y un recuento de $738,8 \pm 312,9 \times 10^3/\mu\text{L}$. Se registró una fracción de plaquetas inmaduras de $4,4\% \pm 3,9\%$, así como un MPV de $8,7 \pm 1,2$ fL. La tromboelastografía evidenció inicio tardío de coagulación en el 60% de las unidades y mayor fuerza del coágulo en el 71,4%. En comparación con plaquetas frescas, la activación plaquetaria fue notablemente menor (0,4% vs. 10,5%), mientras que la agregación mostró valores superiores (62,0% vs. 33,4%). Estos hallazgos demuestran que el uso combinado de parámetros avanzados ofrece una visión más completa de la calidad y funcionalidad de los concentrados durante su almacenamiento (22).

Yang, T., et al. (2024) realizaron un estudio prospectivo en 53 pacientes trasplantados en el Hospital General de Veteranos de Taipéi (2022–2023), se evaluaron parámetros sanguíneos mediante el analizador Sysmex XN, con énfasis en la fracción de plaquetas inmaduras (IPF). Se observó que el injerto de neutrófilos y plaquetas ocurrió alrededor de los días 10 y 15, respectivamente. Además, el 71,7% mostró un aumento de IPF mayor al 2% antes de la recuperación plaquetaria. Un valor de corte de 2,15% en el día 10 predijo recuperación en cinco días (sensibilidad 0,65; especificidad 0,89). Los pacientes recibieron en promedio 3,89 unidades de plaquetas. Estos hallazgos evidencian

que la IPF puede anticipar la recuperación plaquetaria y contribuir a reducir transfusiones innecesarias (23).

Li, M., et al. (2024) evaluaron la calidad de concentrados plaquetarios (CP) obtenidos mediante cinco métodos de preparación: aféresis con tres separadores celulares diferentes (Amicus, Trima Accel y MCS+), así como a partir de plasma rico en plaquetas y del método de buffy coat. Se analizaron 100 unidades (20 por cada técnica), considerando parámetros rutinarios de control de calidad, características morfológicas, distribución del tamaño, proporción de plaquetas dañadas o activadas y la producción de micropartículas derivadas de plaquetas (PMPs). En todos los grupos, los componentes cumplieron con los estándares establecidos de volumen, recuento plaquetario, leucocitos residuales, hematíes residuales, pH y esterilidad. No se hallaron diferencias relevantes en la morfología ni el tamaño de plaquetas o PMPs. Sin embargo, la aféresis mostró picos de tamaño en 10–20 nm y, específicamente Amicus, presentó mayor proporción de plaquetas destruidas, activadas y PMPs. Estos resultados evidencian variabilidad en el producto final según el método, información útil para optimizar el uso y la gestión de inventarios (24).

Hong, H., et al. (2020) evaluaron el IPF en concentrados plaquetarios obtenidos por aféresis durante su almacenamiento. Se observó un incremento significativo del porcentaje de IPF a partir del quinto día posterior a la donación, hallazgo que también fue consistente al analizar el recuento absoluto de estas plaquetas inmaduras. No obstante, cuando las unidades fueron sometidas a irradiación gamma, dicho aumento se redujo en más del 50%. Además, estudios ultraestructurales realizados al día 10 evidenciaron que estas plaquetas inmaduras conservaban una adecuada morfología. Estos resultados sugieren que las plaquetas jóvenes podrían mantenerse viables por más tiempo que las maduras y que su monitoreo podría tener implicancias relevantes para optimizar las estrategias transfusionales y la vida útil de los productos plaquetarios (20).

hipo (2018) identificaron nuevos marcadores de calidad tanto para valorar el rendimiento de la plaquetoféresis en donantes como para estimar la recuperación plaquetaria en los receptores, evitando así transfusiones innecesarias. Se

analizaron 104 procedimientos realizados con el equipo Trima Accel y los hemogramas de donantes y receptores fueron procesados mediante el analizador Sysmex XN-1000. Se evaluaron índices como recuento plaquetario, IPF, IPC, volumen plaquetario medio y distribución plaquetaria. Los resultados mostraron que el IPC del donante antes del procedimiento se correlacionó significativamente con los valores de IPC del receptor a la 1.^a y 24.^a hora tras la transfusión. Así, el IPC y los cambios en IPF se perfilan como indicadores útiles para valorar la calidad del producto y la eficacia transfusional.

Nacionales

No se encontraron estudios publicados y que hayan reportado el IPF% como indicador de control de calidad. Solo se identificó un estudio de Huamaní J. (25) quienes analizaron indicadores como recuento plaquetario y leucocitario residual, pH y swirling, siguiendo los criterios del Programa Nacional de Hemoterapia y Bancos de Sangre. Los concentrados presentaron un volumen promedio de 56,3 mL, un pH de 7,64 y recuentos de plaquetas y leucocitos de $6,66 \times 10^{10}/\mu\text{L}$ y $4,22 \times 10^7/\mu\text{L}$, respectivamente. El swirling estuvo presente en el 100% de las unidades y el pH cumplió completamente el estándar. Sin embargo, solo el 43,6% alcanzó el recuento plaquetario exigido y el 24,1% cumplió con el límite de leucocitos residuales.

9.2. Bases Teóricas

Hemostasia y función plaquetaria

Las plaquetas son fragmentos celulares anucleados, de corta vida (entre 8 y 10 días) y de pequeño tamaño (2-4 μm), derivados de los megacariocitos. Su función esencial es mantener la hemostasia y responder rápidamente ante lesiones vasculares. En condiciones basales circulan en forma discoide y aislada, monitorizando el endotelio mediante una gran diversidad de receptores de adhesión y activación (26).

La hemostasia es un proceso dinámico donde intervienen simultáneamente tres mecanismos: vasoconstricción, adhesión/activación plaquetaria y activación de la coagulación. Las plaquetas cumplen un rol que va más allá de la formación del tapón primario, ya que interactúan estrechamente con factores de

coagulación y con la pared vascular, potenciando la generación de trombina y contribuyendo a la estabilización del coágulo (27).

En respuesta al daño endotelial, las plaquetas se adhieren al colágeno expuesto mediante receptores como GPIb-IX-V y GPVI, proceso reforzado por el factor von Willebrand (vWF), especialmente en áreas de alto estrés de corte como el sistema arterial. Posteriormente se activan, modifican su forma hacia un fenotipo ameboide y liberan el contenido de sus gránulos α y densos: ADP, tromboxano A_2 , serotonina, fibronectina, factores V y XIII, entre otros mediadores que amplifican la agregación y consolidan el tapón hemostático (28).

Finalmente, la exposición de fosfatidilserina en la membrana externa proporciona una superficie procoagulante que favorece la generación de trombina y la formación de fibrina, integrando hemostasia primaria y secundaria. La disfunción cuantitativa o cualitativa de plaquetas se asocia a trastornos hemorrágicos o trombóticos, reflejando su importancia clínica (29).

Almacenamiento plaquetario

El almacenamiento de los concentrados plaquetarios constituye un desafío constante en la medicina transfusional. Aunque las plaquetas se conservan bajo condiciones estandarizadas, entre 20 y 24 °C, en bolsas plásticas permeables al gas y sometidas a agitación continua, estas mismas condiciones que permiten mantener su metabolismo activo también desencadenan un deterioro progresivo conocido como lesión de almacenamiento plaquetario (30). Este fenómeno limita su vida útil a un máximo de cinco días, debido al riesgo de proliferación bacteriana y a la pérdida gradual de funcionalidad hemostática, con el consecuente impacto en el abastecimiento y gestión de inventarios en bancos de sangre (31).

Durante el almacenamiento, las plaquetas sufren cambios relevantes a nivel estructural, metabólico e inmunológico. Inicialmente, su forma discoide característica se transforma en estructuras esféricas con pseudópodos, lo que refleja un proceso de activación no deseado y pérdida de capacidad funcional (32). Paralelamente, se modifican receptores esenciales para la adhesión y

agregación, como GPIIb α y GPVI, disminuyendo su eficacia en la hemostasia una vez transfundidas. Asimismo, se producen alteraciones metabólicas importantes: el metabolismo mitocondrial se reduce y predomina la glucólisis, acumulándose lactato y disminuyendo el pH del componente. Estas condiciones favorecen la fragmentación plaquetaria y deterioran su desempeño postransfusional (31, 32).

El proceso de almacenamiento también induce la liberación de mediadores biológicos almacenados en gránulos y membrana, entre ellos micropartículas plaquetarias, sCD40L, RANTES y fosfatidilserina expuesta; todos ellos relacionados con efectos proinflamatorios y algunas reacciones adversas transfusionales. Este componente inmunomodulador emergente ha permitido comprender que la transfusión plaquetaria implica mucho más que restaurar la hemostasia (13).

Como respuesta a estas limitaciones, se investigan alternativas de almacenamiento como soluciones aditivas plaquetarias que mejoran metabolismo y disminuyen reacciones adversas, así como el redescubrimiento del almacenamiento en frío y la criopreservación, que podrían ofrecer ventajas clínicas específicas, especialmente en pacientes con hemorragia aguda (33). En conjunto, la evidencia demuestra que la lesión plaquetaria por almacenamiento afecta directamente la calidad transfusional y subraya la necesidad de incorporar marcadores más sensibles y funcionales en la evaluación de los concentrados plaquetarios, como la fracción de plaquetas inmaduras (IPF), que permitiría monitorear en tiempo real su deterioro biológico y potencial desempeño postransfusional (34).

Fracción de plaquetas inmaduras (IPF)

La fracción de plaquetas inmaduras (IPF) representa el porcentaje de plaquetas jóvenes recién liberadas de la médula ósea en relación con el total de plaquetas circulantes. Estas plaquetas poseen características distintivas: mayor tamaño y un contenido elevado de ARN citoplasmático, lo que permite su detección mediante analizadores automatizados que emplean fluorocromos específicos (como oxadine) y algoritmos de citometría de flujo (8).

El IPF surge como un parámetro útil para evaluar la trombopoyesis en tiempo real, ofreciendo una visión dinámica del estado de producción plaquetaria (11). Estudios incluidos en la revisión reportan valores de referencia que varían entre 0.3% y 17.8% en adultos sanos, influenciados por la diseología y el modelo del analizador (series Sysmex XE/XN), mientras que en recién nacidos los valores tienden a ser fisiológicamente mayores (35-37).

Desde una perspectiva clínica, el IPF ha demostrado relevancia para diferenciar los mecanismos de trombocitopenia, ya sea por destrucción periférica (con IPF elevado) o por falla medular (IPF bajo o discretamente aumentado) (9). Asimismo, puede predecir la recuperación plaquetaria tras quimioterapia o trasplante de progenitores hematopoyéticos, anticipándose al aumento del recuento plaquetario entre 2 y 3 días (23). Otros escenarios clínicos donde se ha observado un incremento del IPF incluyen púrpura trombocitopénica inmune, coagulación intravascular diseminada, infecciones graves y hepatopatías, aunque se recomienda interpretar el parámetro en conjunto con datos adicionales debido a factores que pueden generar falsos aumentos (11).

IPF como marcador de calidad en productos plaquetarios

El control de calidad de los concentrados plaquetarios se ha basado tradicionalmente en parámetros físico-químicos como el recuento plaquetario, el pH, la presencia de swirling y la esterilidad microbiológica (38). Sin embargo, estos indicadores no reflejan de manera suficiente la integridad biológica y funcionalidad de las plaquetas, especialmente durante el almacenamiento. En este contexto, la IPF emerge como un parámetro complementario con valor agregado en la evaluación de la calidad plaquetaria (39).

Las plaquetas inmaduras poseen mayor contenido de ARN, actividad metabólica más elevada y mayor participación en procesos hemostáticos que sus contrapartes maduras, lo que las convierte en una población celular clave para determinar el potencial funcional de un componente plaquetario almacenado (9). Además, su cuantificación mediante tecnologías automatizadas permite un monitoreo sensible de cambios cualitativos asociados a la lesión de

almacenamiento, tales como activación temprana, reducción de viabilidad y fragmentación celular (40).

La literatura muestra que durante el almacenamiento los valores de IPF pueden incrementarse de forma progresiva, reflejando la fragilidad estructural de la plaqueta joven y su susceptibilidad al estrés de conservación (41). Esto sugiere que la IPF puede funcionar como un marcador temprano de deterioro biológico, complementando a otros indicadores más tardíos como la caída del pH o el déficit funcional postransfusional (42). Asimismo, su estabilidad analítica bajo condiciones controladas y la disponibilidad creciente de analizadores Sysmex modernos facilitan su incorporación en la rutina de bancos de sangre. En este sentido, el IPF podría contribuir a optimizar el uso del inventario plaquetario, priorizando productos con mayor probabilidad de eficacia hemostática y reduciendo transfusiones innecesarias (43).

9.3. Definiciones

- Activación plaquetaria: Estado en el que las plaquetas liberan mediadores y modifican su membrana, reduciendo su vida útil y desempeño funcional.
- Calidad de concentrados plaquetarios: Grado en que las plaquetas preservan su función hemostática tras la recolección y almacenamiento.
- Control de calidad en bancos de sangre: Evaluación sistemática de parámetros que aseguran seguridad, esterilidad y eficacia de los hemocomponentes.
- Fracción de plaquetas inmaduras (IPF%): Porcentaje de plaquetas jóvenes con alto contenido de ARN en relación con el total de plaquetas circulantes.
- Lesión de almacenamiento plaquetario: Cambios estructurales y metabólicos que deterioran la función de las plaquetas durante su conservación.
- Parámetros de calidad: Indicadores convencionales como recuento plaquetario, pH, volumen, swirling y esterilidad microbiológica.
- Plaquetas por aféresis: Concentrados obtenidos de un solo donante mediante separación automatizada de componentes sanguíneos.

- Plaquetas por buffy coat: Concentrados preparados a partir de unidades de sangre total tras fraccionamiento del buffy coat.
- Rendimiento transfusional: Efecto clínico logrado tras la transfusión, medido generalmente como incremento plaquetario y control del sangrado.
- Seguridad transfusional: Minimización del riesgo de reacciones adversas e infecciones asociadas a la transfusión.
- Swirling: Fenómeno óptico que evidencia la morfología discoide y buena conservación de las plaquetas almacenadas.
- Trombopoyesis: Proceso de producción de plaquetas a partir de megacariocitos en médula ósea.
- Vida útil del concentrado: Tiempo máximo en que un concentrado puede utilizarse manteniendo seguridad y función (usualmente ≤ 5 días).
- Viabilidad plaquetaria: Capacidad de las plaquetas de mantener su función hemostática después de ser transfundidas.

Las definiciones fueron extraídas del portal web de los Descriptores en Ciencias de la Salud de la Organización Panamericana de la Salud (44).

10. Metodología

10.1. Enfoque de Investigación

Enfoque cuantitativo. El fenómeno de estudio se evaluará mediante la medición de variables, empleando la estadística.

10.2. Tipo de Estudio

Tipo aplicada. El estudio de un indicador para su empleo en el control de calidad durante las prácticas de almacenamiento de concentrados plaquetarios.

10.3. Diseño de Investigación

Diseño longitudinal. Se busca evaluar el IFP en medidas repetidas (día 1, 3 y 5) sobre concentrados plaquetarios obtenidos por aféresis y buffy coat durante el periodo de almacenamiento.

10.4. Población y Criterios de Selección

La población estará conformada por Concentrados plaquetarios (CP) producidos de rutina en el Banco de Sangre tipo II del Hospital Augusto Hernández Mendoza (EsSalud), durante el período del estudio. Este Hospital es el más grande y de mayor complejidad de Ica. Los CP por aféresis procederán de donante único, y los de buffy coat de preparados a partir de sangre total.

Criterios de Selección

Inclusión:

- CP dentro de especificaciones de producción institucional (volumen, tiempo a procesamiento, agitación, temperatura).
- CP con trazabilidad completa (fecha/hora de donación y fraccionamiento, tipo de bolsa).

Exclusión:

- Contaminación bacteriana sospechosa o confirmada, o esterilidad no conforme.
- pH inicial fuera de rango institucional (<6.8 o >7.6).
- Volumen/no conformidades mayores (fugas, sellado defectuoso).
- Tiempo de almacenamiento previo a T0 > 24 h o sin registro.

10.5. Muestra y Muestreo

El cálculo de muestra se determinó para comparar dos métodos (aféresis vs. buffy coat) con tres medidas repetidas por unidad. Se asumió un nivel de significancia de 5% y potencia de 90%, y diferencia de medias del IPF% de 1.0%, y desviación estándar promedio de 1.5%, con un coeficiente de correlación de 0.6. Estos parámetros fueron ingresados al software PASS versión 11, como se muestra:

Data	
Solve For	
Find (Solve For):	N1 (Group 1 Sample Size) ▾
Error Rates	
Power (1-Beta):	0.90 ▾
Alpha (Significance Level):	0.05 ▾
Sample Size	
N1 (Sample Size Group 1):	5 to 40 by 5 ▾
N2 (Sample Size Group 2):	▾
R (Sample Allocation Ratio):	1.0 ▾
Effect Size	
Difference to Detect	
D1 (Difference H1):	1 ▾
Repeated Measurements	
M (Number of Time Points):	3 ▾
Covariance Structure	
Covariance Type:	Compound Symmetry ▾
Sigma (Std Dev of a Single Observation):	1.5 ▾
Rho (Autocorrelation):	0.6 ▾
Test	
Alternative Hypothesis:	Two-Sided ▾

De acuerdo con los resultados, se requiere evaluar 27 concentrados plaquetarios en 3 tiempos diferentes. Dado que existe la probabilidad de una tasa de perdida y/o no elegibilidad de al menos 20%, la muestra se reajusta a 34 concentrados.

El muestreo será no probabilístico y según los criterios de selección.

10.6. Variables

Dependiente: Fracción de plaquetas inmaduras

Independiente: Método de obtención plaquetaria

Covariables:

-Tiempo

-Indicador de calidad

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Tipo de variable
Variable dependiente					
Fracción de plaquetas inmaduras	Es un parámetro hematológico automatizado que cuantifica el porcentaje de plaquetas jóvenes o reticuladas en la circulación sanguínea.	Se determinará mediante un autoanalizador hematológico (Mindray BC-6800®).	Indicador de laboratorio	Valor porcentual (%)	Numérica continua
Variable independiente					
Método de obtención plaquetaria	Referido al procedimiento mediante el cual se separan y concentran las plaquetas a partir de sangre total o por aféresis. Este proceso busca producir componentes plaquetarios destinados a transfusión, preservando su viabilidad, funcionalidad y seguridad biológica.	Se clasificará y registrará según la técnica empleada en la preparación del concentrado plaquetario en el banco de sangre.	Tipo de método empleado	Aféresis (0) Buffy coat (1)	Dicotómica nominal

Covariables					
Tiempo	Referido al tiempo de conservación del concentrado plaquetario desde su obtención hasta su uso en la transfusión.	Se considerará evaluaciones al primer, tercer y quinto día desde su obtención.	Característica del proceso	Día 1 (0) Día 3 (1) Día 5 (2)	Categórica ordinal
Indicador de calidad	Es una medida cuantitativa o cualitativa que permite evaluar el grado en que un servicio, proceso o producto cumple con los estándares o criterios previamente establecidos de calidad.	Se medirá según los estándares establecidos por el MINSA, de acuerdo con el cumplimiento de evaluación biológica, fisicoquímica y microbiológica.		Volumen Recuento de plaquetas pH Swirling Ausencia de contaminación microbiológica Ausencia de hemólisis visible	Cualitativa Politómica

10.7. Procedimientos y Técnicas

Ficha de Recolección de Datos

El instrumento está compuesto por cuatro secciones principales. La primera, para identificar la unidad de concentrado plaquetario, permite consignar datos generales como el código único de muestra, el método de obtención (aféresis o buffy coat), la fecha de preparación, y el tipo de solución aditiva. La segunda sección, Datos del proceso, recoge información técnica del procedimiento, incluyendo el volumen del concentrado, el recuento plaquetario inicial, la temperatura de almacenamiento y el tiempo transcurrido hasta el inicio del almacenamiento. En la tercera sección, Condiciones de almacenamiento y transporte, se documentan los rangos de temperatura diarios, la presencia de desviaciones o interrupciones en la agitación y los traslados entre sedes, aspectos críticos para la estabilidad del componente. La cuarta sección, Evaluaciones de calidad, y permite registrar los valores de IPF%, volumen, pH, recuento plaquetario, evaluación visual de swirling y resultados de bacteriología en tres momentos: día 1, día 3 y día 5 de almacenamiento.

Medición de la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%)

La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) será medida con el analizador hematológico Mindray BC-6800 mediante el canal de reticulocitos, que utiliza la tecnología de citometría de flujo con tinción fluorescente para identificar y cuantificar plaquetas jóvenes con contenido residual de ARN. Para ello, se obtendrá una muestra de concentrado plaquetario, homogénea y sin coágulos visibles. Se debe analizar la muestra dentro de los 30 minutos posteriores a la extracción del alícuota, evitando la exposición prolongada a temperatura ambiente. El equipo registra simultáneamente los parámetros de dispersión lateral (SSC), que refleja la complejidad interna, y la intensidad de fluorescencia (FL), que indica la cantidad de ARN. Las plaquetas inmaduras presentan una fluorescencia más intensa que las plaquetas maduras, lo que permite al software del equipo trazar una distribución bivariada (SSC vs FL) y establecer una región de corte automática para calcular el porcentaje de plaquetas inmaduras (IPF%). El resultado se expresa como porcentaje (%) del total de plaquetas.

El control interno de calidad se garantiza empleando muestras comerciales de la misma marca, y mediante calibraciones automáticas y verificación de los límites de fluorescencia. Los resultados serán analizados de acuerdo con los estándares de calidad definido por el laboratorio.

10.8. Plan de Análisis

Se realizará una estadística descriptiva para caracterizar la población de unidades evaluadas. Las variables cuantitativas (como IPF%, pH, recuento plaquetario, glucosa y lactato) se resumirán mediante media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico, según la distribución observada. Las variables cualitativas (por ejemplo, método de obtención, tipo de solución aditiva, presencia de bacterias o grado de swirling) se expresarán en frecuencias absolutas y porcentajes. La normalidad de las variables continuas se verificará mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas con la prueba F de Levene, lo que permitirá decidir el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas.

Para la comparación entre los dos métodos de obtención (aféresis vs. buffy coat), se aplicará un enfoque de medidas repetidas, dado que cada unidad es evaluada en tres momentos del almacenamiento (día 1, día 3 y día 5). Si los datos cumplen los supuestos de normalidad, se empleará un análisis de varianza de medidas repetidas con un factor intersujeto (tipo de método) y un factor intra-sujeto (tiempo de almacenamiento), seguido de pruebas post-hoc con corrección de Bonferroni para identificar en qué momentos existen diferencias significativas. En caso contrario, se utilizará la prueba de Friedman para comparaciones no paramétricas, con la prueba de Wilcoxon como contraste par a par.

Finalmente, se considerará un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$ en todas las pruebas, y los análisis se realizarán en software estadístico Stata versión 18 (StataCorp LLC, College Station, TX, USA).

10.9. Aspectos Éticos y de Integridad Científica

El estudio será enviado al Comité de Ética de la UPNW para su revisión y aprobación. Dado que se ejecutará en el Hospital Augusto Hernández Mendoza de Ica, se gestionará la aprobación con la Dirección General. Ya que la investigación se realiza sobre componentes sanguíneos obtenidos en el proceso rutinario de donación, no se manipularán muestras provenientes directamente de pacientes ni se modificarán los procedimientos asistenciales establecidos. Las unidades plaquetarias utilizadas para el análisis serán aquellas designadas para control de calidad o que no serán transfundidas, evitando así cualquier riesgo para donantes o receptores.

La información registrada en las fichas de recolección de datos será codificada y anonimizada, de modo que no se incluya ningún dato personal identificable del donante o receptor. Cada muestra o unidad analizada será asignada a un código alfanumérico único, garantizando la confidencialidad y trazabilidad de los datos de laboratorio. Solo el investigador principal y el equipo técnico autorizado tendrán acceso a la base de datos consolidada, la cual será almacenada en un equipo institucional protegido por contraseña. Por último, los resultados obtenidos se comunicarán de manera agregada y sin identificación de las fuentes, garantizando el uso responsable y ético de la información.

11. Recursos y Presupuestos

Materiales y Servicios	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Recursos Humanos			S/. 500.00
Consumo Personal	-	S/. 250	S/. 250.00
Transporte	-	S/. 250	S/. 250.00
Recursos de Materiales y Equipos			S/. 450.00
Licencia Office 2021	Único	S/. 150.00	S/. 150.00
Licencia Stata 18	Único	S/. 200.00	S/. 200.00
Licencia antivírus	Único	S/. 100.00	S/. 100.00
Servicios			S/. 3930.00

Costo por Trámites Universitarios	-	S/. 3000.00	S/. 3000.00
Luz	mensual	S/. 80.00	S/. 480.00
Internet	mensual	S/. 75.00	S/. 450.00
Asesoría y Apoyo Estadístico	-	S/. 500.00	S/. 500.00
Gastos de Materiales de Oficina			S/. 910.00
Lapiceros	10	S/. 5.00	S/. 50.00
Papelería	300	S/. 0.10	S/. 30.00
Materiales de laboratorio	-	S/. 500.00	S/. 500.00
Empastado	05	S/. 20.00	S/. 100.00
Anillado y Sellado	02	S/. 15.00	S/. 30.00
USB	02	S/. 100	S/. 200.00
Otros			S/. 500.00
TOTAL			S/. 6290.00

El estudio será autofinanciando, pero también se tendrá el apoyo no monetario del Hospital Augusto Hernández de Ica.

12. Cronograma de Actividades

Fase	2025-2026																			
	Sep				Oct				Nov				Dic				Ene			
	Semana																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión de literatura																				
Definición y planificación del diseño metodológico																				
Recolección de datos																				
Análisis de datos																				

Redacción y presentación de resultados																			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

13. Referencias

1. Agarwal A, Khan AI, Anwer F. Platelet Transfusion. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Atif Khan declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Faiz Anwer declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.; 2025.
2. Roberts N, James S, Delaney M, Fitzmaurice C. The global need and availability of blood products: a modelling study. The Lancet Haematology. 2019;6(12):e606-e15.
3. MINSA. Situación de los bancos de sangre en el Perú (2015 -2020) Lima, Perú: Ministerio de Salud; 2023 [Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/3881605-situacion-de-los-bancos-de-sangre-en-el-peru-2015-2020>.
4. van der Meer PF, Klei TR, de Korte DJTMR. Quality of platelets in stored whole blood. 2020;34(4):234-41.
5. Kaufman RM, Djulbegovic B, Gernsheimer T, Kleinman S, Tinmouth AT, Capocelli KE, et al. Platelet transfusion: a clinical practice guideline from the AABB. 2015;162(3):205-13.
6. Vuk TJTCeB. The future of quality management in transfusion medicine–From the new SoHO regulation and beyond. 2025.
7. Pape A, Stein P, Horn O, Habler OJB. Clinical evidence of blood transfusion effectiveness. 2009;7(4):250.
8. Benlachgar N, Doghmi K, Masrar A, Mahtat EM, Harmouche H, Mezalek ZTJTr. Immature platelets: a review of the available evidence. 2020;195:43-50.
9. Buttarello M, Mezzapelle G, Freguglia F, Plebani MJJoLH. Reticulated platelets and immature platelet fraction: clinical applications and method limitations. 2020;42(4):363-70.
10. Abe Y, Wada H, Tomatsu H, Sakaguchi A, Nishioka J, Yabu Y, et al. A simple technique to determine thrombopoiesis level using immature platelet fraction (IPF). 2006;118(4):463-9.
11. Sinclair LJAJoMS. The immature platelet fraction: an assessment of its application to a routine clinical laboratory. 2012;33(2):48-57.
12. Pino-Chávez WOJAdSCCLCMdP. Situación de la calidad de la salud en el Perú. 2018:123-42.

13. Ng MSY, Tung J-P, Fraser JFJTmr. Platelet storage lesions: what more do we know now? 2018;32(3):144-54.
14. Liu C, Su Y, Guo W, Ma X, Qiao RJJoCLA. The platelet storage lesion, what are we working for? 2024;38(1-2):e24994.
15. Briggs C, Hart D, Kunka S, Oguni S, Machin SJTM. Immature platelet fraction measurement: a future guide to platelet transfusion requirement after haematopoietic stem cell transplantation. 2006;16(2):101-9.
16. Schrezenmeier H, Seifried EJVs. Buffy-coat-derived pooled platelet concentrates and apheresis platelet concentrates: which product type should be preferred? 2010;99(1):1-15.
17. van der Meer PF, Reesink HW, de Korte D, Loos JA, Klei TRJVS. The history of buffy coat platelet concentrates: The Dutch story. 2022;117(7):913-9.
18. Paglia G, Sigurjónsson ÓE, Rolfsson Ó, Hansen MB, Brynjólfsson S, Gudmundsson S, et al. Metabolomic analysis of platelets during storage: a comparison between apheresis-and buffy coat-derived platelet concentrates. 2015;55(2):301-13.
19. Unay Demirel O, Ignak S, Buyukuysal MC. Immature Platelet Count Levels as a Novel Quality Marker in Plateletpheresis. Indian journal of hematology & blood transfusion : an official journal of Indian Society of Hematology and Blood Transfusion. 2018;34(4):684-90.
20. Hong H, Xiao W, Maitta RW. Steady increment of immature platelet fraction is suppressed by irradiation in single-donor platelet components during storage. PloS one. 2020;9(1):e85465.
21. Ali I, Graham C, Dempsey-Hibbert NCJEH. Immature platelet fraction as a useful marker in the etiological determination of thrombocytopenia. 2019;78:56-61.
22. Mukhopadhyay T, Subramanian A, Albert V, Kumar A, Sehgal T, Karjee S, et al. Evaluating platelet concentrates by platelet indices, thromboelastography, and flow cytometry. Asian journal of transfusion science. 2024;18(2):197-202.
23. Yang TH, Tsai CK, Wang HY, Ko PS, Chien SH, Lin TA, et al. Early prediction of platelet recovery with immature platelet fraction in patients receiving hematopoietic stem cell transplantation. Annals of hematology. 2024;103(11):4661-70.
24. Li M, Zhao Y, Chen X, Du X, Luo Y, Li Y, et al. Comparative analysis of the quality of platelet concentrates produced by apheresis procedures, platelet rich plasma, and buffy coat. Transfusion. 2024;64(2):367-79.
25. Huamani-Chacchi J, Soncco-Llulluy F, Rosales-Rimache J. Evaluation of the quality of platelet concentrates obtained in a Peruvian hospital. Medwave. 2024;24(5):e2776.
26. Fritsma GA. Platelet structure and function. Clinical laboratory science. 2015;28(2):125.
27. van der Poll T, Parker RI. Platelet activation and endothelial cell dysfunction. Critical care clinics. 2020;36(2):233-53.

28. Scridon A. Platelets and their role in hemostasis and thrombosis—From physiology to pathophysiology and therapeutic implications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(21):12772.
29. Smyth S, McEver R, Weyrich A, Morrell C, Hoffman M, Arepally G, et al. Platelet functions beyond hemostasis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2009;7(11):1759-66.
30. Rajashekaraiah V, Rajanand MC. Platelet storage: progress so far. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*. 2023;55(1):9-17.
31. Shrivastava M. The platelet storage lesion. *Transfusion and Apheresis Science*. 2009;41(2):105-13.
32. Devine DV, Serrano K. The platelet storage lesion. *Clinics in laboratory medicine*. 2010;30(2):475-87.
33. Trochanowska-Pauk N, Walski T, Bohara R, Mikolas J, Kubica K. Platelet Storage—Problems, improvements, and new perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(14):7779.
34. Solheim B, Flesland O, Seghatchian J, Brosstad F. Clinical implications of red blood cell and platelet storage lesions: an overview. *Transfusion and apheresis science*. 2004;31(3):185-9.
35. Sachdev R, Tiwari AK, Goel S, Raina V, Sethi M. Establishing biological reference intervals for novel platelet parameters (immature platelet fraction, high immature platelet fraction, platelet distribution width, platelet large cell ratio, platelet-X, plateletcrit, and platelet distribution width) and their correlations among each other. *Indian Journal of Pathology and Microbiology*. 2014;57(2):231-5.
36. Ko YJ, Hur M, Kim H, Choi SG, Moon H-W, Yun Y-M. Reference interval for immature platelet fraction on Sysmex XN hematology analyzer: a comparison study with Sysmex XE-2100. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. 2015;53(7):1091-7.
37. Ali U, Knight G, Gibbs R, Tsitsikas DA. Reference intervals for absolute and percentage immature platelet fraction using the Sysmex XN-10 automated haematology analyser in a UK population. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. 2017;77(8):658-64.
38. Tynngård N. Preparation, storage and quality control of platelet concentrates. *Transfusion and apheresis science*. 2009;41(2):97-104.
39. Sweeney JD, Holme S, Heaton A. Quality of platelet concentrates. *Immunological Investigations*. 2005;24(1-2):353-70.
40. Sood V, Masamatti SS, Khatri M, Kumar A, Jindal V. Platelet Concentrates-Part I. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2012;4(2).

41. Osei-Bimpong A. The effect of storage on the clinical utility of the immature platelet fraction. Hematology. 2009;14(2):118-21.
42. Abe Y, Wada H, Tomatsu H, Sakaguchi A, Nishioka J, Yabu Y, et al. A simple technique to determine thrombopoiesis level using immature platelet fraction (IPF). Thrombosis research. 2006;118(4):463-9.
43. Briggs C, Hart D, Kunka S, Oguni S, Machin S. Immature platelet fraction measurement: a future guide to platelet transfusion requirement after haematopoietic stem cell transplantation. Transfusion Medicine. 2006;16(2):101-9.
44. OMS. Descriptores en Ciencias de la Salud. 2023.

14. Anexos

Anexo 1: Ficha de Recolección de Datos

1. Identificación de la unidad

Variable	Descripción / Unidad de medida	Dato registrado
ID de unidad	Código único asignado a la muestra	_____
Centro o banco de sangre	Nombre de la institución	_____
Fecha de preparación (Día 0)	dd/mm/aaaa	___ / ___ / _____
Método de obtención	Seleccione una opción: ☐ Aféresis ☐ Buffy coat	_____
Número de lote / ID de bolsa	Código interno del componente	_____
Grupo sanguíneo (ABO/Rh)	_____	_____
Solución aditiva	Ej.: PAS-C, plasma	_____
Leucorreducción	☐ Sí ☐ No ☐ Desconocido	_____

2. Datos del proceso

Variable	Descripción / Unidad de medida	Dato registrado
Hora de finalización de la preparación	(HH:MM)	_____
Volumen inicial	mL	_____
Recuento plaquetario inicial	$\times 10^{11}$ por unidad	_____
Temperatura objetivo de almacenamiento	°C (rango ideal: 20–24)	☐ Cumple ☐ No cumple
Agitación continua	☐ Sí ☐ No	_____

Tiempo hasta inicio del almacenamiento	Minutos	_____
--	---------	-------

3. Condiciones de almacenamiento y transporte

Variable	Descripción / Unidad de medida	Dato registrado
Registro de temperatura (°C)	Rango diario registrado en cada punto temporal	Día 1: – Día 3: – Día 5: –
Eventos o desviaciones	Corte eléctrico, falla de agitación, etc.	_____
Transporte entre sedes	☐ No ☐ Sí → Duración (min): _____ Condiciones: _____	

4. Evaluaciones de calidad

Parámetro	Unidad	Día 1 (≈24 h)	Día 3 (≈72 h)	Día 5 (≈120 h)
IPF% (Fracción de plaquetas inmaduras)	%	_____	_____	_____
Recuento plaquetario	×10 ¹¹ /unidad	_____	_____	_____
pH (a 22 °C)	—	_____	_____	_____
Swirling	Escala 0–3 (0=ausente, 3=óptimo)	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3
Bacteriología	Neg./Pos.	☐ Neg. ☐ Pos. → _____	☐ Neg. ☐ Pos. → _____	☐ Neg. ☐ Pos. → _____
Aspecto macroscópico	(Coágulos, hemólisis, color, turbidez)	_____	_____	_____

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Título. Fracción de plaquetas inmaduras como marcador de calidad entre plaquetas obtenidas por aféresis y buffy coat, Ica 2025

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Diseño metodológico
Problema general ¿Existen diferencias significativas en la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en un banco de sangre de la región Ica en el año 2025? Problemas específicos ¿Cuál es el promedio de IPF% en los concentrados plaquetarios por aféresis y por buffy coat durante su almacenamiento? ¿Qué relación existe entre el IPF% y otros indicadores de calidad (pH, conteo plaquetario, volumen, leucocitos residuales)? ¿Cómo influye el método de	Objetivo general Comparar la fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en un banco de sangre de la región Ica en el año 2025 Objetivos específicos Determinar el promedio de IPF% en los concentrados plaquetarios por aféresis y por buffy coat durante su almacenamiento Estimar la relación entre el IPF% y otros indicadores de calidad (pH, conteo plaquetario, volumen, leucocitos residuales) Evaluar la influencia del método de	H₀: La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) no presenta diferencias significativas entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en los bancos de sangre de la región Ica en el año 2025 H₁: La fracción de plaquetas inmaduras (IPF%) presenta diferencias significativas entre las plaquetas obtenidas por aféresis y las obtenidas por método de buffy coat en los bancos de sangre de la región Ica en el año 2025	V. Dependiente: Fracción de plaquetas inmaduras V. Independiente: Método de obtención plaquetaria Covariables: Tiempo Indicador de calidad	Enfoque: Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Longitudinal Población: Concentrados plaquetarios (CP) producidos en el Banco de Sangre tipo II del Hospital Augusto Hernández Mendoza (EsSalud) de Ica. Muestra: 34 CP Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación Instrumento: Registro de datos y medición por citometría de flujo. Plan de análisis: análisis descriptivo, y bivariado comparativo, considerando un nivel de significancia de 0.05, y empleando el programa Stata versión 18.

obtención en la estabilidad del IPF% a lo largo del almacenamiento (día 1, 3, 5)?	obtención en la estabilidad del IPF% a lo largo del almacenamiento (día 1, 3, 5)			
---	--	--	--	--

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
2	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-11-20	<1%
3	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-05-17	<1%
4	Trabajos entregados	UNIBA on 2025-10-25	<1%
5	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
6	Internet	hdl.handle.net	<1%
7	Trabajos entregados	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2020-12-10	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-10-15	<1%
9	Internet	ddd.uab.cat	<1%
10	Internet	www.scribd.com	<1%
11	Internet	www.tdx.cat	<1%